técnica

333

associação dos estudantes do instituto superior técnico

dezembro 1963 · revista de engenharia

CIMENTO SECIL

Fábrica:

Outão — Setúbal

Telef. 228824/5

Escritório:

R. do Comércio, 56-3.º

LISBOA 2

Telef. 328201/2/3

confiança para a construção com

materiais novobra

EM BETÃO PRÉ-ESFORÇADO

pavimentos
coberturas
vigas de grande vão
asnas
perfis

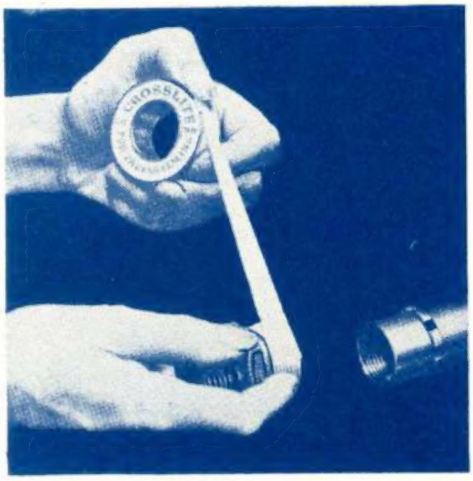
SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS, NOVOBRA, LDA.
AV. EST. UNIDOS DA AMÉRICA, 100, 5.º D - TEL. 774832/766446 - LISBOA-5

TEM CANALISAÇÕES DE VAPOR NA SUA FÁBRICA ?
TEM TRANSPORTE DE GASES ?
TEM TRANSPORTE DE FLUÍDOS CORROSIVOS ?

Então tem problemas nas tubagens :

1 — Fugas 2 — Corrosão 3 — Calcinação das juntas

AO SEU SERVIÇO — a última conquista da química neste sector :



1 bobine : ca. 14 mts. comprimento
ca. 1,5 cm. largura

CROSSLITE — Fita vedante para ligações tubulares à base de Polytetrafluoreto de Etilene

- Adesão e cobertura perfeita de todas as irregularidades da rosca.
- Insolúvel e **absolutamente inerte** ao ataque químico de qualquer substância.
- Não contamina as substâncias em processo através da tubagem.
- Resiste a temperaturas de — 100º C a + 300º C.
- Preserva impecàvelmente o sistema roscado ao fim de meses ou anos de trabalho.

Um produto de

HENRY CROSSLEY LTD. — Bolton — ENGLAND

Todos os acessórios para vedação

Representante exclusivo :

SIDROL — Sociedade Importadora de Drogas, Lda.
Calçada de Monchique n.º 3 — PORTO — Telefs. 27826 e 32055

TÉCNICA

Ano XXXVIII - N.º 333 Dezembro de 1963

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-1. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR
J. M. VIEGAS GONÇALVES
ADMINISTRADOR
J. F. GOMES DE PINA
SECRETÁRIO
F. G. KNOPFLI BATORÉU
REDACTORES
A. M. L. ESTEVES BRINCA
L. N. C. BARBOSA COLEN
H. L. GIRÃO PINA

PUBLICAÇÃO PERIÓDICA MENSAL

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	37$50	60$00	110$00
Ultramar Português e Espanha	—	85$00	120$00
Estrangeiro	—	70$00	130$00

NUMERO AVULSO 15$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — C. N. Electricidade — Analisador de Redes

Págs.

A propósito do Congresso do Ensino de Engenharia — A reforma da Escola de Minas de Nancy. Um exemplo a considerar
Por L. de Oliveira Faria 141

Problema de extremos
Por António Gouvêa Portela 147

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional** 158

Breve notícia sobre o Analisador de Redes da Companhia Nacional de Electricidade
Por Carlos Portela 159

Subsídios para o estudo do pórtico genérico da «Piscina Municipal de Monsanto»
Por Luís Arouca 165

Equilíbrio de Rotores — Equilibragem Dinâmica
Por António Pacheco Luiz Gomes 183

Estudo do isolamento térmico das paredes exteriores
Por Joaquim de Freitas Morais 193

Vida Escolar e Associativa 209

Biblioteca 217

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

Pág.

A

Agência Comercial, Lda. IV
A. Johnson & Co (Portugal), Ltd. . . XXXVIII
Asea Eléctrica Ld.ª XX
Auto-Lusitânia XXX

C

CIDEX IV
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VIII
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos IX
Companhia Portuguesa de Trefilaria XXX
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VI e XLII
Crosslite . . . . . 2.ª da capa

E

Electro-Arco, Ltd.ª XL
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XXVI
Empresa de Cimentos de Leiria . . XLV
Empresa Electro Cerâmica XLVI
Empresa de Produtos Asfálticos . . . X
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos XI
Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações XXXIII
Empresa de fundações A. Cavaco . XXXII

F

Fábrica Portugal II
Fanafel XVI
Filtros Filfro XX
Fundações Franki, Lda. I

G

General Electric . . . . . XXIV e XXV
George Fischer XIV
Guedes & Almeida, Lda. XLIII

H

Hidrel XXX

I

I. C. I. XXXVIII
Impermeábilis XXXIV
Isolux, Lda. XLVII

J

Jayme da Costa, Lda XIX
J. J. Gonçalves — Austin XXXIII

Pág.

L

Leopoldo Shiroi XXXVII

M

MAGUE XIII
Metalúrgica Duarte Ferreira XXVIII
Mocar XXVI
Monteiro Gomes, Lda. XLIV
Monterroso & C.ª, Lda. XLVII

N

Novobra, Lda. . . . . . 2.ª da capa

O

Orlando Fernandes XVI

P

Philips . . . . . XVII e XV
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III
Petróleos BP XXIII

Q

Quimicor, S.A R.L. XXXI
Química Hoechst XL

S

Siemens XXIX
Soabal, Ltd. XVIII
S. Com. de Isolamentos de Cortiça XXXVII
SMEIA XXVII
Sociedade Comercial Luso-Italiana XLVI
Soc. Electron . . . . . XXXII e XXXIV
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Industrial Metalúrgica . XL
Soc. Michaelis de Vasconcelos . . . XII
Sociedade Portuguesa Cavan VIII
Sondagens e Fundações, A Cavaco . XLIV
Sondagens Ródio, Ltd.ª XXXVII
Sorval XLVIII
Standard Eléctrica VII
S. T. E. T. XXI

T

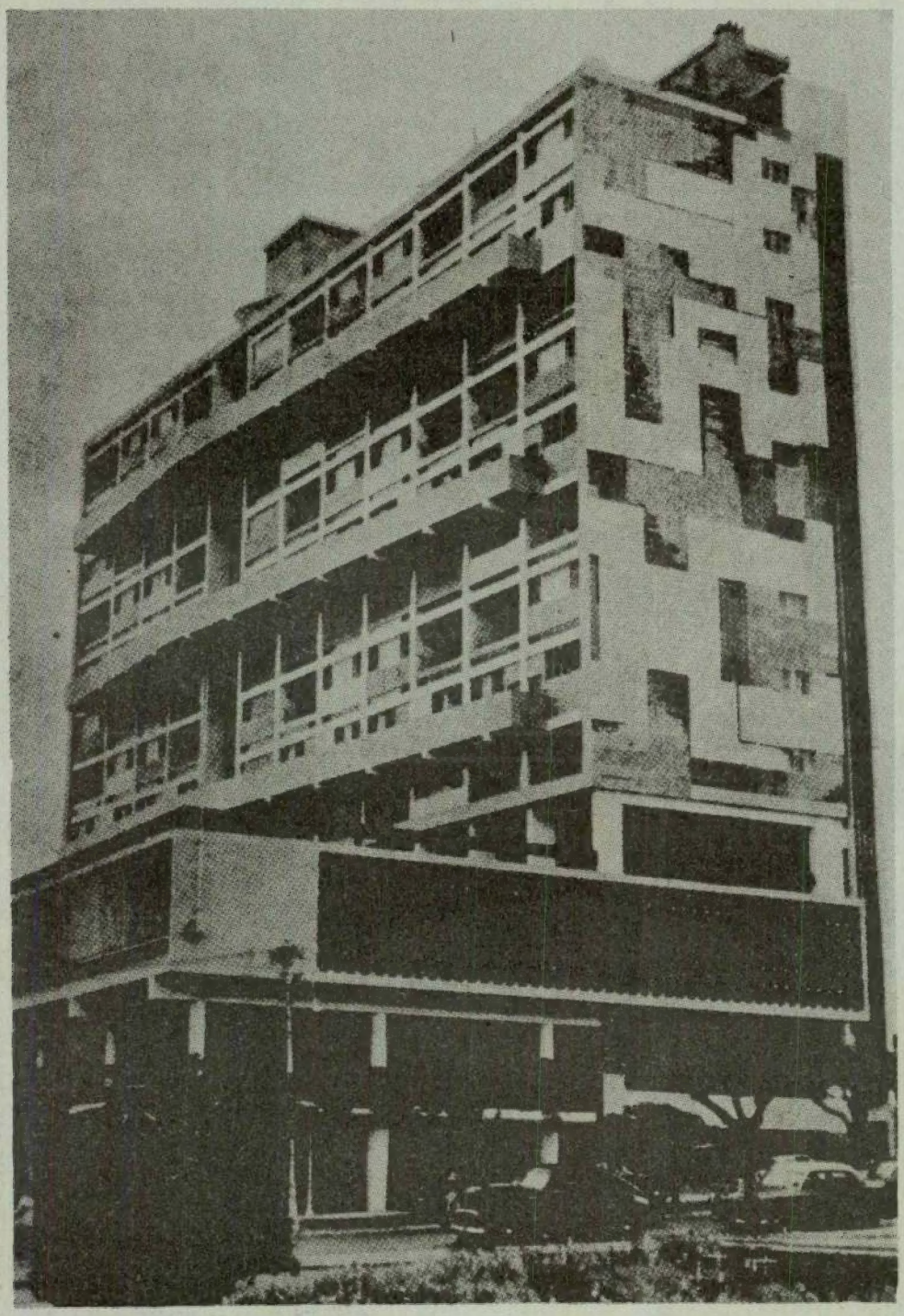
Telemec XXXIV

V

Vasco Pessoa, Lda. XXX
Von Roll V

W

Wild Portugal, Lda. XVII
W. Schmidt XLI



Montepio de Moçambique — Lourenço Marques

Assente sobre
ESTACAS FRANKI

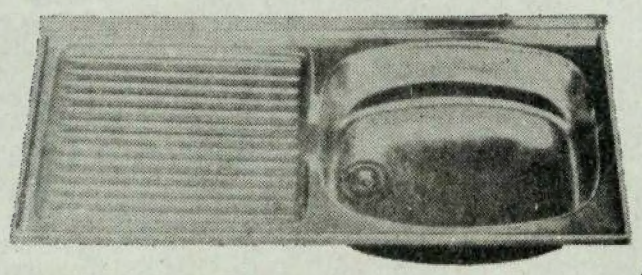
FUNDAÇÕES FRANKI, L.DA

Rua Braamcamp, 13, 3.º LISBOA 1 Telefone 73 41 12 3 linhas

LAVA-LOUÇAS EM AÇO INOXIDAVEL

Modernize os lares de Portugal, usando nas suas cozinhas Lava-Louças em AÇO INOXIDAVEL. Concepção e execução da

FABRICA PORTUGAL



elegantes e higiénicos · duração ilimitada · revestidos de isolante especial · fornecidos com sifão de segurança · não partem a louça

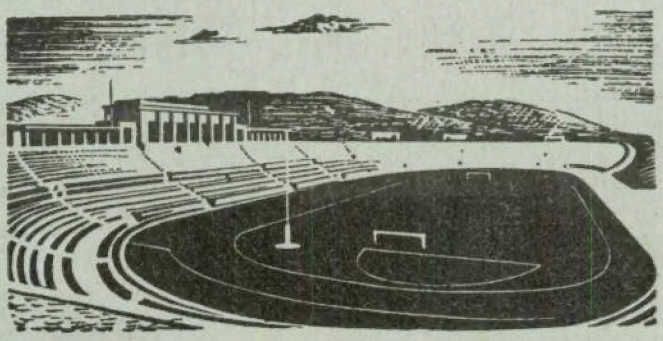
- 8 MODELOS STANDARD · OUTROS MODELOS FORA DE SÉRIE
- MODELOS ESPECIAIS PARA GRANDES INSTALAÇÕES
- IGUAIS AOS MELHORES ESTRANGEIROS

À VENDA NAS BOAS CASAS DA ESPECIALIDADE E NOS SEUS SALÕES DE EXPOSIÇÃO E VENDA

PRAÇA DOS RESTAURADORES - RUA FEBO MONIZ

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

QUASE 40 ANOS AO SERVIÇO DA ENGENHARIA PORTUGUESA



GRANDE SORTIDO DE INSTRUMENTOS DE PRECISÃO, CIENTÍFICOS E INDUSTRIAIS

RUA JARDIM DO REGEDOR, 24, 2.°
LISBOA
TELEF.: 32 43 14 — 32 42 48 ✦ TELEG.: TECNA

Bombas centrífugas «PACIFIC»

Construídas por

Batignolles - Chatillon

Especialmente destinadas para:

— Petróleos
— Indústrias químicas
— Construções navais
— Centrais eléctricas
— Alimentação de caldeiras
— Etc., etc.

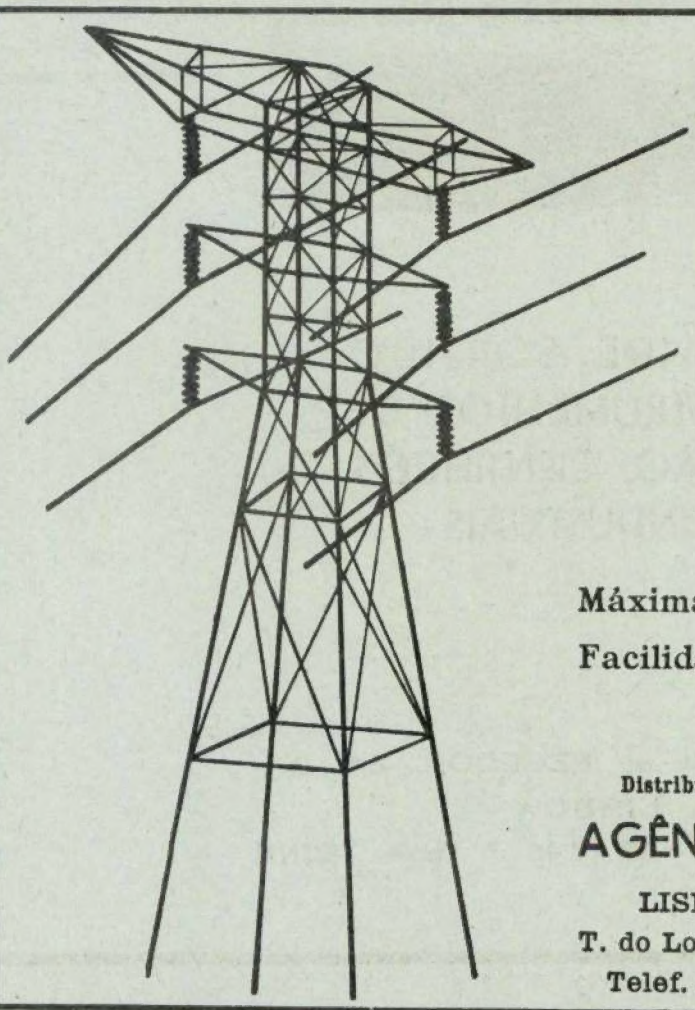
Sob as condições de funcionamento seguintes:

— Débitos: 1 m³/h a 10.000 m³/h
— Pressões: altas e baixas
— Temperaturas: −180° C + 500° C
— Líquidos: corrosivos ou não

Para estudos e orçamentos, consultar o representante em Portugal:

CIDEX — Comércio Internacional
e Representações Industriais, Lda.

Av. Casal Ribeiro, 46-2.°/Telef. 73 53 07/LISBOA 1



METALIZAÇÃO A FRIO

NEODON

NEODON + ZINCO =
NEODONZINKGRUND

Máxima protecção
Facilidade de aplicação

Distribuidores exclusivos:

AGÊNCIA COMERCIAL, L.DA

LISBOA
T. do Loureiro, 3
Telef. 4 90 54

ÉVORA
R. da República, 93
Telef. 2 33 63

Válvulas de cunha, para vapor
Placas de obturação articuladas sobre uma esfera. Estanqueidade permanente

1 Válvulas de passagem
Sede de estanqueidade e haste de aço inoxidável

2 Válvulas para matérias pastosas
Sem necessidade de conservação (sem prensas-estopa nem tampas de limpeza)

3 Válvulas de sede oblíqua
para ácidos. Liga cromo-níquel-molibdeno

4 Válvulas de membrana de borracha
Sem prensa-estopa

5 Válvulas de macho
Com elevada resistência aos ácidos

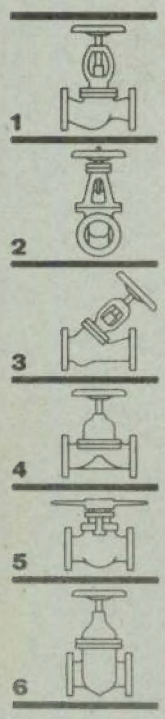
6 Válvula de cunha Sem prensa-estopa

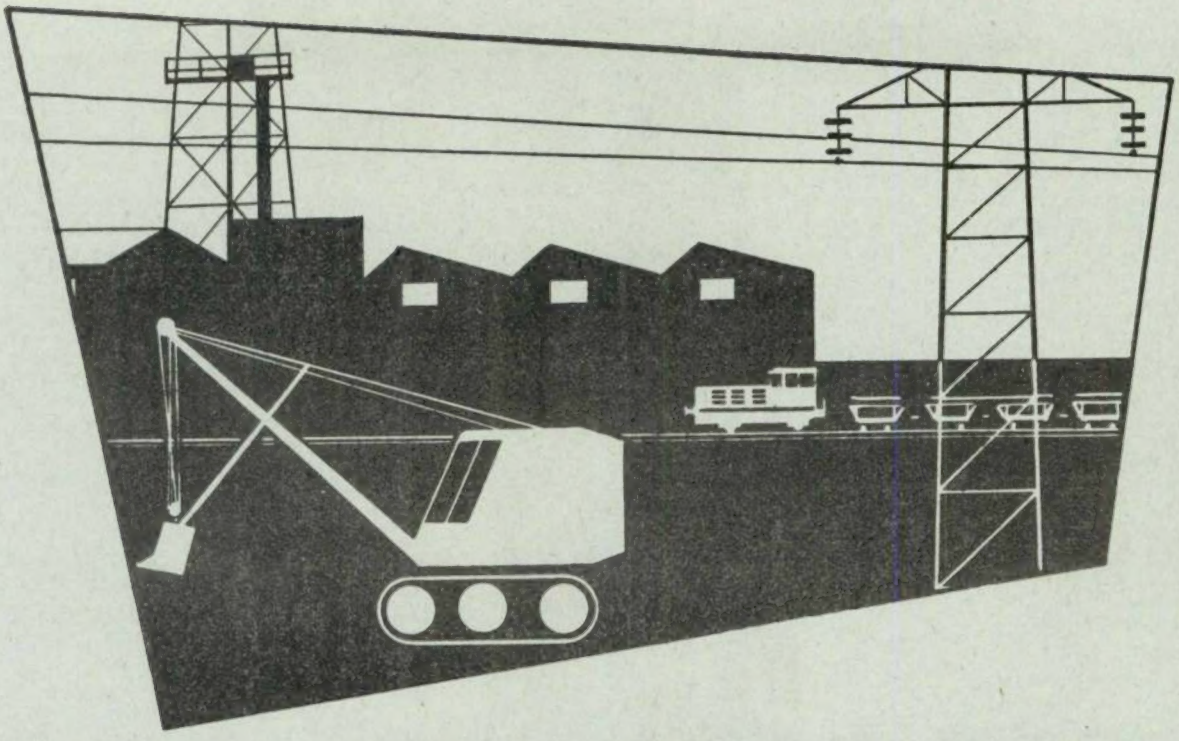
VON ROLL S.A.

Fábricas de Klus (Suiça)

Representantes em Portugal:
Socotel, Lda.
Rua Sá da Bandeira, 651-4°. Porto
Tel. 27013

à frente no progresso da construção de válvulas





MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS. ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

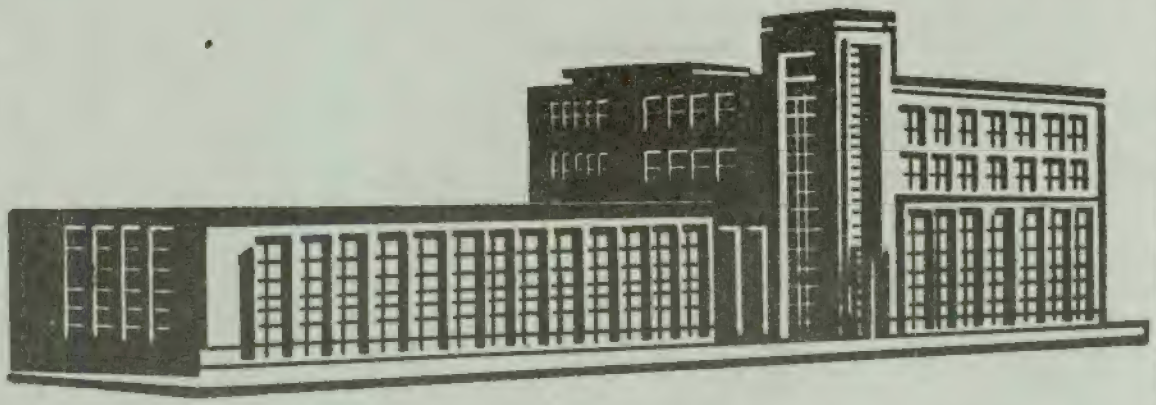
MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS · ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E INDUSTRIAL

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 — PORTO



Standard Electrica S.A.R.L.

Associada da

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORPORATION

DE NOVA YORK

TELECOMUNICAÇÕES

ELECTRÓNICA

AV. DA INDIA — LISBOA

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 66 61 86 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

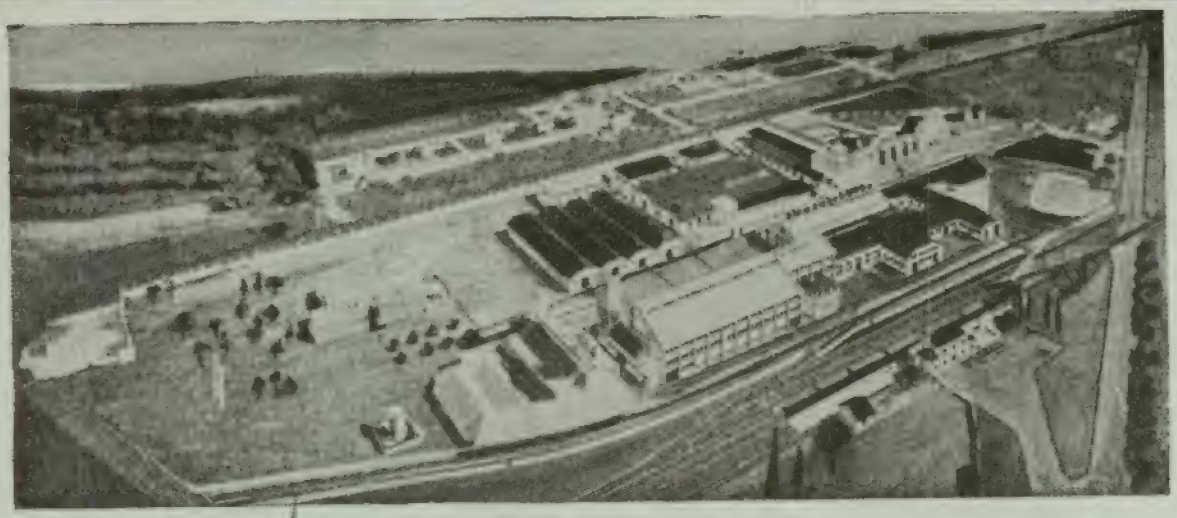
✱

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

✱

RUA D. ESTEFÂNIA, 94-A
TELEF. 4 7812-5 0129
LISBOA



COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

PRODUTORA DE

FERRO GUSA

FERRO LIGAS

FERRO-MANGANÊS

SÍLICO-MANGANÊS

FERRO-SILÍCIOS

15 % - 25 % - 45 % - 75 % - 90 %

CARBONETO DE CÁLCIO

CIANAMIDA CÁLCICA

PASTA PARA ELÉCTRODOS

E EM MONTAGEM

GRAFITE

FÁBRICAS
CANAS DE SENHORIM
Telefone 6 72 22

SEDE
Largo de S. Carlos, 4 2.º — LISBOA
Telefones 32 53 43 - 3 55 56 - 36 89 89

Celulite

ISOLAMENTO
TÉRMICO DAS
CONSTRUÇÕES

PAVIMENTOS
*
TECTOS
*
PAREDES
*
CÂMARAS
FRIGORÍFICAS
*
ISOLAMENTOS
INDUSTRIAIS

Terraços e pavimentos isolados com CELULITE no edifício da Comp.ª de Seguros Fidelidade — P. das Águas Livres — Lisboa

SETH, LDA. • RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.° • TEL. 73 01 56 — LISBOA

Para impermeabilizar terraços,
paredes, fundações, etc.

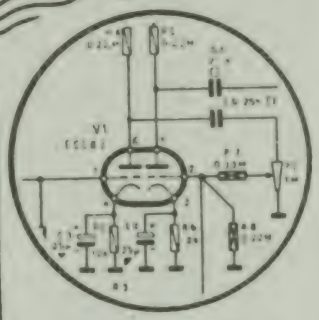
COLAGEM DE
TACOS DE MADEIRA

TELEF. 73 0156 TELEG. EPALDA — LISBOA

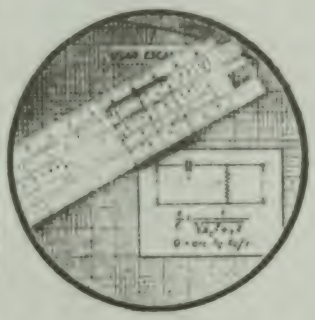
EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
IMPERMEABILISADOR
IMEPA
RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º-LISBOA

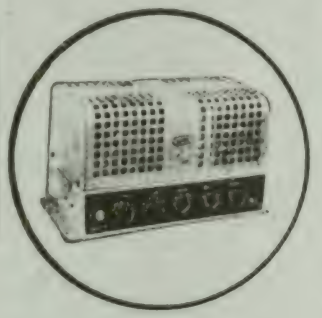
FÁBRICA EM SÁCAVÉM

EQUIPAMENTO DE AMPLIFICAÇÃO DE SOM



BEM CONCEBIDO
BEM CALCULADO
CONSTRUIDO





LESA

A grande marca italiana

Representantes em Portugal

TELECTRA

EMPRESA TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, S. A. R. L.

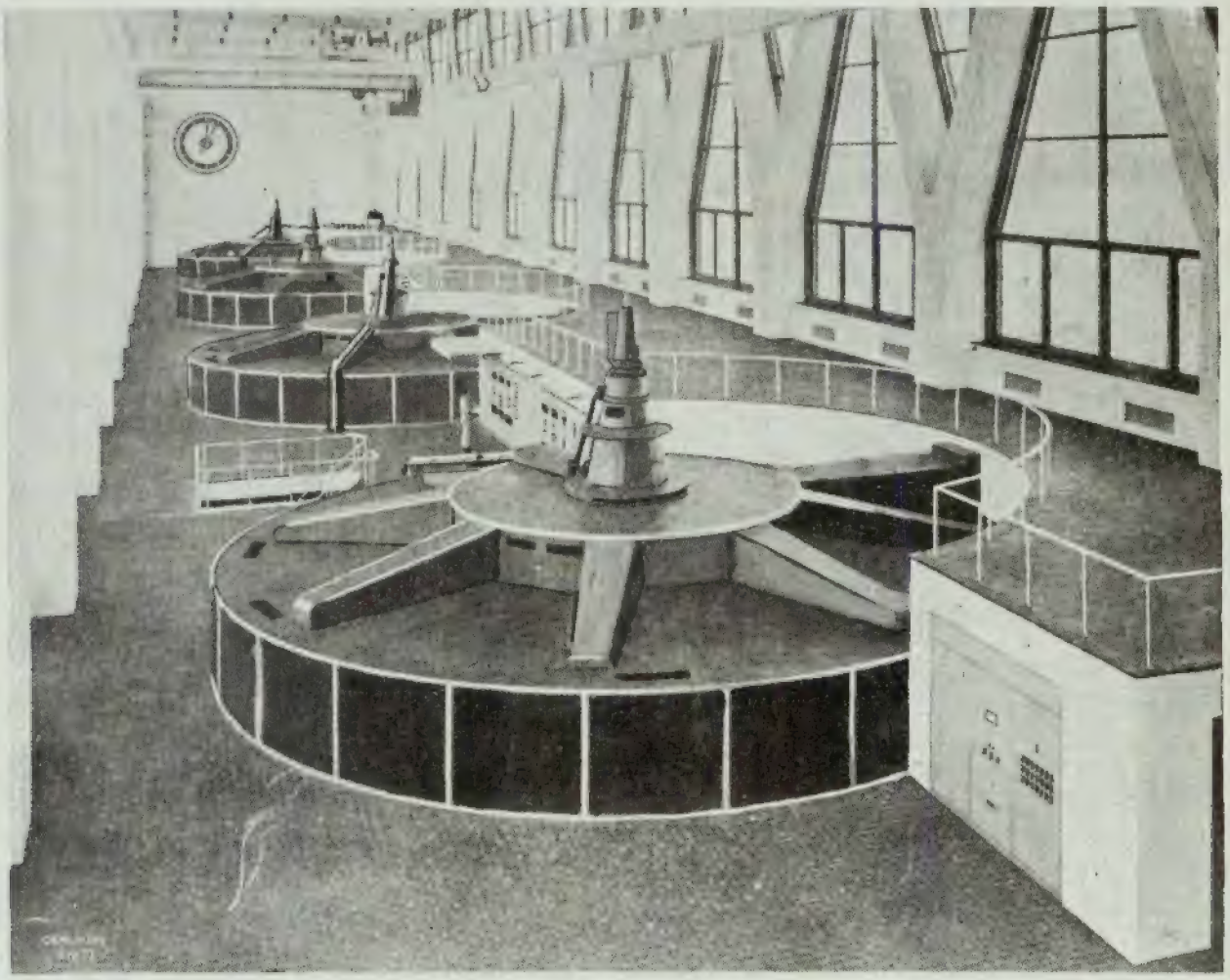
Rua Rodrigo da Fonseca, 103, r c
LISBOA — Tel. 68 60 72

Rua Sá da Bandeira, 766-1.º E.
Tel. 2 48 18 — PORTO

Ateliers de Construction Oerlikon—Zurich 50

Alternadores accionados por turbinas hidráulicas, para todas as potências e condições de exploração, pequenas e grandes velocidades

Central hidroeléctrica de Birsfelden (Suíça), sobre o Reno. Alternadores de 26.000 kVA, cada um, 6.600 V, 68 rot/min, 50 Hz. Diâmetro: 14 metros



Representante para Portugal e Ultramar: **Sociedade Michaëlis de Vasconcellos, Lda.**

PORTO — P. da Liberdade, 114 LISBOA — Av. Marquês de Tomar, 94

TÉCNICA

DIRECTOR: J. M. VIEGAS GONÇALVES ADMINISTRADOR: J. F. GOMES DE PINA
SECRETÁRIO: F. G. KNOPFLI BAROTÉU

Ano XXXVIII — N.º 333 Dezembro de 1963

C. D. U. 62.061.3 (469)

A propósito do Congresso do Ensino de Engenharia

A reforma da Escola de Minas de Nancy. Um exemplo a considerar

POR L. DE OLIVEIRA FARIA
Professor do I. S. T.

1 — Preâmbulo

O Congresso do Ensino de Engenharia, que acaba de publicar as suas conclusões, pôs bem em evidência a necessidade de reforma do ensino de engenharia em Portugal, para que haja a possibilidade de prover o País com técnicos em quantidade e com as qualidades que necessita.

A evolução a que estamos assistindo da Ciência e da Técnica leva-nos por outro lado a reflectir muito especialmente sobre a estrutura mental que um engenheiro, que venha a concluir daqui a 15 ou 20 anos a sua formatura, terá de possuir.

Ora parece que o factor fundamental a ter em conta na formação do cérebro do futuro engenheiro deverá ser a sua capacidade de adaptação à evolução do meio em que vive, quer sob o aspecto técnico e científico, quer sob o aspecto humano e social. E esta capacidade de adaptação está evidentemente ligada a um conjunto de factores que influem na formação do indivíduo como sejam, por exemplo, a cultura geral, a vocação, a capacidade de análise e de síntese, a adaptação ao trabalho de equipa.

Sem entrar em determinados aspectos da questão, como sejam a deficiente formação dada no ensino secundário, que vai influir na cultura geral e na falta de selecção adequada na admissão às Escolas de Engenharia, pelo que a vocação dos engenheiros recém-formados pode ser posta em dúvida nalguns casos, julgamos de interesse focar certos problemas relacionados com os métodos de ensino, métodos esses que muito poderão influir na capacidade de análise e de síntese e na maior ou menor adaptação ao trabalho de equipa, sem o qual não é hoje possível realizar qualquer obra técnica ou científica séria e de vulto.

2 — Aspectos de formação do engenheiro

Na primeira fase da formação do engenheiro temos a considerar o ensino pròpriamente dito de determinadas matérias. A esta segue-se outra fase que consiste na preparação do indivíduo para utilizar os conhecimentos que lhe foram ministrados. Ora esta fase é muito mais delicada e complexa e pode, por seu turno, decompor-se em várias sub-fases, que sucedem umas às outras e que sintèticamente se podem resumir como segue:

— saber equacionar os problemas que se apresentam;

— saber analisar os problemas equacionados à luz dos meios que se dispõem para os resolver;

— procurar a documentação sobre os problemas, para não ter de inventar de novo soluções já muito conhecidas, e não cair em erros crassos que outros já experimentaram;

— saber reflectir, tirando da observação de factos e fenómenos conhecidos as ilações convenientes;

— saber sintetizar, isto é, saber interpretar os resultados da análise e da observação, hierarquizando-os para melhor separar o que é essencial do que é acessório;

— finalmente, saber exprimir os resultados do trabalho efectuado, aspecto que é dos mais importantes na vida da relação que o engenheiro tem fatalmente de ter.

Todos estes aspectos da formação têm de ser coroados por um último, que é dos mais importantes e dos mais difíceis de desenvolver no indivíduo — a imaginação. Na realidade a imaginação no engenheiro é indispensável, quer para adaptar a um dado problema soluções que foram utilizadas noutros casos, quer para criar novas ideias, novos produtos e novas técnicas.

3 — A reforma da Escola de Nancy

Partindo da hipótese que tudo pode ser ensinado, resta saber o que é que uma escola superior de engenharia poderá ensinar no espaço de tempo durante o qual o aluno nela permanece, à luz dos critérios atrás expostos.

Ora sobre esta matéria pareceu-nos extremamente interessante referir e comentar os princípios que basearam a recente reforma (1) da «École Nationale Supérieure de la Metallurgie et de l'Industrie de Mines», da Universidade de Nancy.

É em primeiro lugar necessário assinalar que os autores da reforma (2) julgaram conveniente fazer, não uma mera reforma, mas uma reforma *revolucionária*, rompendo totalmente com os anteriores métodos. Vejamos pois as grandes linhas que seguiram.

1.º — *Horário*

Partiram os autores da reforma do princípio que «um aluno deve realizar uma hora de trabalho individual por cada hora de aulas na escola». Antes da reforma os alunos tinham cerca de 35 horas de aulas semanalmente, o que obrigaria um aluno «ideal» a consagrar cerca de 70 horas por semana ao estudo, o que parecia exagerado.

Daí resultava que mesmo os alunos conscienciosos só estudavam as diferentes matérias com uma intensidade proporcional à dificuldade que nelas encontravam, independentemente dos gostos de cada um. Os menos conscienciosos trabalhavam irregularmente, com grande intensidade quando as notas baixavam, repousando a seguir logo que a dificuldade estava vencida, até novo estado de alerta.

Partindo pois da ideia que um aluno não deveria dar à Escola mais de 8 horas por dia, ou seja 40 a 45 horas semanais, estando compreendido neste tempo o trabalho pessoal, por forma que ficasse com tempo disponível para se consagrar à educação física, à preparação pré-militar e a divertimentos, foi resolvido limitar o tempo de aulas a *20 a 22 horas semanais*, que assim se distribuiram:

---

(1) Iniciada em 1957.

(2) Eng.os Olmer, antigo director e Schwartz, actual director.

— matérias fundamentais — 16 h, em aulas de 3 h ou 3 h 30 m;

— línguas — 3 h;

— conferências e ensino sobre o modo de «expressão» — 3 h.

2.º — *Matérias clássicas de ensino*

Tal redução drástica do tempo de aulas punha dois problemas: a redução ou compressão das matérias clássicas a ensinar e a melhor maneira de aproveitar os tempos escolares.

Partindo da ideia que o ensino devia ser bàsicamente formativo, já que a informação podia ser dada por meio de conferências, visitas, etc., reagrupando as diferentes matérias e suprimindo outras, reduziram os autores da reforma, de 20 a 5 as cadeiras a estudar em cada semestre. Cada cadeira passaria a ter apenas uma aula por semana de 3 horas ou 3 h 30 m, conforme os casos.

Para tirar o máximo proveito destes períodos de aula o ensino era organizado nas seguintes bases:

a) — No começo do ano os alunos recebiam os cursos que iam ser dados (em geral sob a forma de folhas).

b) — Os alunos estudavam prèviamente a matéria a dar na aula.

c) — O professor fazia no início da aula uma exposição — resumo sobre a matéria, durante 15 a 20 minutos.

d) — O curso subdividia-se a seguir em grupos ou turmas de 12 a 15 alunos, dirigidos por um assistente e a aula continuava assim até ao fim.

e) — O assistente verificava inicialmente se o estudo prévio tinha sido feito, quer por interrogatório oral de parte dos alunos, quer por prova escrita, de duração não superior a 15 minutos.

f) — Seguidamente os alunos resolviam problemas de aplicação da matéria, discutindo-os com o assistente.

g) — O professor, circulando entre os grupos ou turmas, completava os esclarecimentos dados por cada assistente, tirando as dúvidas que eventualmente pudessem surgir.

3.º — *Verificação do trabalho realizado pelos alunos*

Antes da anterior reforma a participação dos alunos nos cursos era extremamente reduzida, limitando-se pràticamente os contactos entre alunos e professores aos havidos durante os exames. Estes serviam para verificar, e portanto classificar, o trabalho efectuado pelos alunos.

Com a apreciação diária do trabalho dos alunos, como se descreveu atrás, completada por interrogatórios mais demorados sobre matéria mais extensa, são os alunos classificados duas vezes por mês em cada cadeira. A classificação deixou de ser expressa por notas, mas sim por menções: muito bom, bom, suficiente, sofrível ou mau. Só esta última menção dá lugar a um exame final com duração de 3 a 4 horas; em caso de reprovação pode o aluno fazer novo exame e, em caso de nova reprovação, o caso é levado ao Conselho Disciplinar que ou autoriza a repetição do ano, ou expulsa o aluno.

Com esta nova fórmula de exames desaparecem assim a classificação clássica, os exames de frequência e finais, mantendo-se porém um controle muito mais regular e efectivo do trabalho de cada aluno.

Outro aspecto da reforma é a verificação sistemática que o professor deve fazer sobre os resultados obtidos com o estudo. Com um interrogatório anónimo em cada sessão sobre a matéria das lições anteriores o professor verifica (sem objectivo de classificação) se a matéria está sendo bem assimilada, corrige ideias erradas que os alunos por ventura tenham adquirido, enfim permite ao próprio aluno uma auto-verificação do trabalho que vem realizando.

4.º — *Novas matérias*

Com o intuito de realizar os objectivos da reforma, os seus autores acrescentaram às matérias clássicas novos ensinos tendentes a promover a formação social e humana do futuro engenheiro.

Assim um dos dias da semana é reservado a exposições, relatórios, inquéritos, socio-dramas, reuniões de trabalho, em que participam, além de professores, assistentes e alunos, engenheiros das indústrias que trazem assim o seu contributo da vida real à escola. São estas novas disciplinas completadas pelo ensino de economia, contabilidade, direito e sociologia.

Além disso as sessões destinadas a conferências e a ensinar os alunos a exprimir-se permitem prepará-los para se saber comportar em grupo, saber dirigir uma reunião, redigir relatórios e exposições, etc.

5.º — *Estágios*

O problema foi objecto de cuidadosa análise tendo sido resolvido por forma revolucionária. Reconhecendo que certas matérias só poderiam ser ensinadas ùtilmente durante os estágios, considerando que os estágios realizados no período de férias grandes tinham muito pouca utilidade, pois coincidiam com os períodos de férias das empresas onde os estágios tinham lugar, resolveram os autores da reforma criar três tipos de estágio, em cada um dos 3 anos lectivos e assim aproximadamete distribuídos:

— de Outubro a Janeiro — 1.º período de aulas;
— de Fevereiro até à 3.ª semana de Março — 1.º estágio anual;
— na última semana de Março — Seminário pós-estágio;
— de Abril a Junho — 2.º período de aulas;
— de Julho a Agosto — período de férias;
— Setembro — 2.º estágio.

O 1.º estágio, durante o 1.º ano, é de tipo oficinal, procurando-se que o aluno, ao trabalhar como operário, entre em contacto com o meio e sinta os problemas do pessoal que mais tarde irá dirigir. No fim deste estágio há um seminário com uma semana de duração que permitirá aos alunos trocarem entre si as impressões colhidas no estágio e tirarem as conclusões necessárias. O 2.º estágio no fim do 1.º ano é um estágio tipo informação, complemento do estudo de matérias dadas.

O 1.º estágio, no meio do 2.º ano, é também de tipo oficinal, em que o aluno trabalha agora ao nível de contramestre; é igualmente seguido de um seminário semelhante ao do ano anterior. O 2.º estágio, no fim do 2.º ano, é do tipo orientação, permanecendo o aluno no meio de determinada indústria; procura-se assim que o aluno comece a pensar na orientação que deverá vir a tomar na sua vida profissional.

O 1.º estágio, no meio do 3.º ano, é igualmente um estágio oficinal, mas ao nível engenheiro; é completado também por um seminário em que os alunos se reunem com os directores do pessoal e com outros elementos dos estados maiores das diversas indústrias para discutir vários problemas, em especial os sociais. O 2.º estágio, no fim do 3.º ano, completa a orientação que o aluno começou a tomar no ano anterior.

Cada aluno é pois obrigado a realizar 8 meses do estágio e 3 semanas de seminários. Note-se ainda que a organização destes estágios é particularmente cuidada, afim de se obterem resultados satisfatórios, o que é conseguido:

— por uma preparação prévia (4 sessões de 3 horas);
— pelo estabelecimento antecipado de um programa de cada estágio, de colaboração entre a Escola e as indústrias, realizada por meio de contactos pessoais, abrangendo toda a escala hierárquica até ao próprio contramestre que receberá os alunos dos 1.° e 2.° anos;
— por visitas durante o estágio realizadas pelo pessoal docente e pelos «padrinhos» atribuídos por cada empresa a cada estagiário;
— por questionários entregues aos alunos e servindo de base à preparação dos relatórios dos estágios.

6.° — *Outros aspectos*

Para completar a formação de engenheiros foram previstos ainda durante o curso:

— trabalhos laboratoriais, precedidos sempre de discussão do tema em estudo;
— projectos realizados por grupos de 2 ou 3 alunos, por vezes por conta das empresas, os quais procuram desenvolver naqueles o espírito do trabalho em equipa;
— estágios especiais, sobre determinadas matérias como por exemplo, a organização do trabalho.

Os assistentes por cada cadeira são em regra em número de 5 a 6, de modo a manter a proporção de 1 assistente por cada 12 ou 15 alunos. Cada ano é frequentado em média por 70 a 80 alunos. Procura-se que os assistentes sejam renovados periòdicamente, de modo que o seu dinamismo, e em consequência o rendimento dos cursos, não vá baixando ao longo dos anos; considera-se o período de 4 anos com o ideal. Os assistentes da Escola de Nancy são recrutados entre os assistentes da Universidade, alunos do último ano e engenheiros da indústria; estes últimos são recrutados especialmente para o ensino de matérias da sua especialidade.

4 — Observações finais

Tendo esta reforma, de que resumimos os principais aspectos, sido lançada em 1957, ainda é cedo neste momento para avaliar os seus frutos. No entanto dela resulta naturalmente que:

— o trabalho dos alunos deve ser muito regular e constante, dada a vigilância contínua que sobre eles é exercida;
— o sistema de trabalho só será eficiente se essa vigilância se mantiver; de contrário o sistema cai imediatamente pela base;
— o contacto íntimo entre a indústria e a escola, parece ser um dos pontos mais felizes de reforma e destinado a dar os melhores resultados em benefício para ambas as partes.

Se a evolução do mundo moderno torna cada vez mais dificil a carreira do engenheiro, o qual vai sendo chamado a desempenhar papéis de cada vez de maior importância na vida dos povos, parece lógico que se lhe procure dar uma formação capaz de ele poder arcar com as responsabilidades e com as dificuldades que se lhe depararão fatalmente ao longo da sua vida profissional.

Por isso parece necessário encarar os problemas de educação numa base diferente da que tem sido adoptada até ao presente, utilizando critérios e escalas compatíveis com a evolução actual e com a posição de Portugal no mundo.

É certo que a reforma da Escola de Nancy apresenta pontos do maior interesse que merecem ser considerados; não significa isso porém que a sua adopção pura e simples seja aconselhável, mas devemos antes tentar encontrar, confrontando as experiências alheias, uma solução para os nossos problemas. E os passos que temos de dar nesse sentido, embora medidos e prudentes, têm de começar a ser dados com a maior brevidade. Temos além disso a impressão que seja qual for o sistema que possa vir a ser adoptado, deve ser provido da mesma flexibilidade que deve caracterizar o cérebro do engenheiro de amanhã. De contrário arriscamo-nos que esse mesmo sistema se torne anacrónico e obsoleto antes da sua aplicação.

Ao terminar estes ligeiros apontamentos permitimo-nos transcrever as palavras do antigo Director da Escola de Nancy, Eng.º Olmer, reproduzidas no relatório sobre a reforma escrito pelo actual director Eng.º Bertrand Schwartz e que nos serviu de base a este trabalho:

«Disons que nous avons tenté, bravant le sacrilège et la réprobation, de nous ressouvenir que l'École doît être au service de tous ceux qu'elle forme, beaucoup plus qu'eux au sien, que sans renoncer à avoir le tête au ciel, elle ne doit pas oublier d'être le Berceau de l'Homme de demain plus que le Panthéon du potache d'hier».

RESUMO

A evolução da Ciência e da Técnica sugere a necessidade de um novo tipo de estrutura mental para o engenheiro do futuro, donde a necessidade duma nova orientação na sua formação: esta formação reveste várias fases: ensino, utilização dos conhecimentos, desenvolvimento da imaginação.

Como exemplo de um tipo da nova orientação cita-se a reforma «revolucionária» da Escola de Minas de Nancy e referem-se, particularmente, as suas grandes linhas: horário, matérias de ensino, verificação do trabalho realizado pelos alunos, estágios.

Os aspectos de trabalho regular dos alunos, devidamente vigiado, e contacto íntimo entre a escola e a indústria parecem ser basilares na formação dos futuros engenheiros que cada vez mais virão a ser chamados a desempenhar papéis de chefia na indústria, na investigação e mesmo na vida dos povos.

SUMMARY

The evolution of science and technics suggests the need of a new type of mental structure for the future engineer, whence originates the need for a new orientation in his formation, including various aspects: instruction, utilization of acquired knowledge, development of the imagination.

As an exemple of a type of the new orientation may be mentioned the «revolutionary» reform of the Mining School at Nancy (France), pointing out especially its main points: time table scheme, subjects of instruction, checking of the students' work, stages.

The aspects of regular work of the students, duly supervized, and a close contact between school and industry seem to be basic for the formation of the future engineers, who will be called more to play leading roles in industry, in research and even in the life of nations.

C. D. U. 517.514.2 : 536.7

PROBLEMA DE EXTREMOS

POR ANTÓNIO GOUVÊA PORTELA
PROFESSOR DO I. S. T.

(Continuação)

Representação no espaço $\Omega\ (x, y)$

Porque é fácil de interpretar gràficamente as diversas situações encontradas e descritas nos capítulos anteriores, vamos aqui apresentar um espaço $\Omega\ (x, y)$ que é particularmente adequado á representação gráfica.

a) *Apresentação do espaço* Ω

Seja:

$$1)\ \begin{cases} |h| = q^x \\ |k| = q^y \end{cases} \qquad \text{sendo}\ 2)\ \begin{cases} |h| < |\delta| < q < 1 \\ |k| < |\delta| < q < 1 \end{cases}$$

$$\text{e} \qquad q > 0$$

Então será:

$$3)\ \begin{cases} \lim\limits_{|h| \to 0} x = +\infty \\ \lim\limits_{|k| \to 0} y = +\infty \end{cases} \qquad \text{e} \quad 4)\ \begin{cases} x > 1 \\ y > 1 \end{cases}$$

e ao ponto $P\ (h = 0,\ k = 0)$ corresponderá em Ω o ponto $\pi\ (x = +\infty,\ y = +\infty)$.

O problema básico consiste em comparar, em valores absolutos, dois termos:

$$|M_{a,b}\, h^a\, k^b| \qquad \text{e} \qquad |M_{i,j}\, h^i\, k^j|$$

tendo as letras a significado anteriormente dado.

Para que

$$5)\ \begin{cases} |M_{a,b}\, h^a \,.\, k^b| > |M_{i,j} \,.\, h^i\,,\, k^j| \\ \text{e} \quad |h| \quad \text{e} \quad |k| < |\delta| \\ \text{e} \quad |\delta| \ \text{suficientemente pequeno} \end{cases}$$

Será necessário e suficiente que:

$$6)\ \left\{ [a-i]\, x + [b-j]\, y \right\} . \operatorname{Ln} q > \operatorname{Ln} \left| \frac{M_{i,i}}{M_{a,b}} \right|$$

$$\text{e} \qquad x, y > A \quad \text{e} \quad A \ \text{suficientemente grande}$$

Com efeito; a desigualdade 5) pode escrever-se:

$$|h|^{a-i}\, |k|^{b-j} > \left| \frac{M_{ij}}{M_{a,b}} \right| \qquad \text{e} \quad |h|, |k| < \delta$$

mas tendo em vista 1), será:

$$q^{(a-i)x + (b-j)y} > \left| \frac{M_{ij}}{M_{a,b}} \right| \qquad \text{e} \quad x, y > N >> 0$$

ou finalmente.

$$6)\ \left\{ [a-i]\, x + [b-j]\, y \right\} . \operatorname{Ln} q > \operatorname{Ln} \left| \frac{M_{ij}}{M_{a,b}} \right|$$

Tendo em vista que: $-\infty > \text{Ln } q < 0$ (porque $0 < q < 1$), teremos:

$$6\,a) \quad [a-i]\,x + [b-j]\,y < \text{Ln}\left|\frac{M_{ij}}{M_{a,b}}\right| \times \frac{1}{\text{Ln } q}$$

$$< -\text{Ln}\left|\frac{M_{ij}}{M_{a,b}}\right| \times \frac{1}{|\text{Ln } q|} = -Q_{ij}$$

Na forma 6 a), Q_{ij} tem o sinal de $\text{Ln}\left|\frac{M_{ij}}{M_{a,b}}\right|$

O domínio da existência de $\pi(x, y)$ será o 1.º quadrante descontando duas margens correspondentes a

$$x = 1 \rightarrow |h| = q$$

$$y = 1 \rightarrow |k| = q$$

os contornos $x = 1$ e $y = 1$ não pertencem ao domínio de $\pi(x, y)$.

Gràficamente, o domínio D de $\pi(x, y)$ está representado na figura 1.

Note-se ainda que $|Q_{ij}| < \infty$

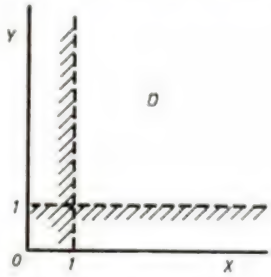


Fig. 1

Estudo da desigualdade $(a-i)\,x + (b-j)\,y < -Q_{ij}$ (6 a)

Vamos estudar alguns casos típicos que, em conjunto, cobrem as situações que interessam ao problema de extremos.

1.º Tipo $\begin{cases} a-i = \alpha_i > 0 \\ \beta-j = \beta_j > 0 \end{cases}$ A desigualdade (6 a) toma a forma seguinte:

$$\alpha_i\,x + \beta_j\,y < -Q_{ij} \qquad (7)$$

Na Fig. 1.1 esta representado o Domínio D de existência de $\pi(x, y)$.

É evidente que $\pi(+\infty, +\infty)$ está fora desse domínio pois $|Q_{ij}| < \infty$.

Note-se ainda que se $Q_{ij} < \alpha_i + \beta_j$ o Domínio D não tem existência.

2.º Tipo $\begin{cases} a-i = -\alpha_i < 0 \\ b-j = -\beta_j < 0 \end{cases}$ A desigualdade (6 a) toma a forma: $-\alpha_i\,x - \beta_j\,y < -Q_{ij}$

ou (8) $\alpha_i\,x + \beta_j\,y > Q_{ij}$

Na Fig. 1.2 está representado o domínio de existência de $\pi(x, y)$ e é fácil de ver que contém o ponto $\pi(+\infty, +\infty)$ bem como a sua vizinhança.

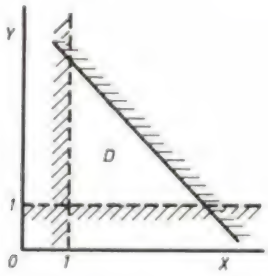


Fig. 1.1

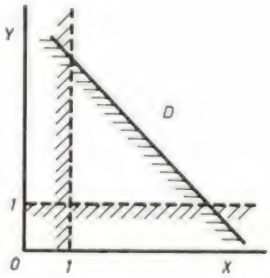


Fig. 1.2

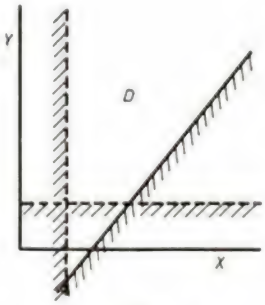


Fig. 1.3

3.º Tipo $\begin{cases} a-i = \alpha_i > 0 \\ b-j = -\beta_j < 0 \end{cases}$ Donde (9) $\alpha_i\,x - \beta_j\,y < -Q_{ij}$

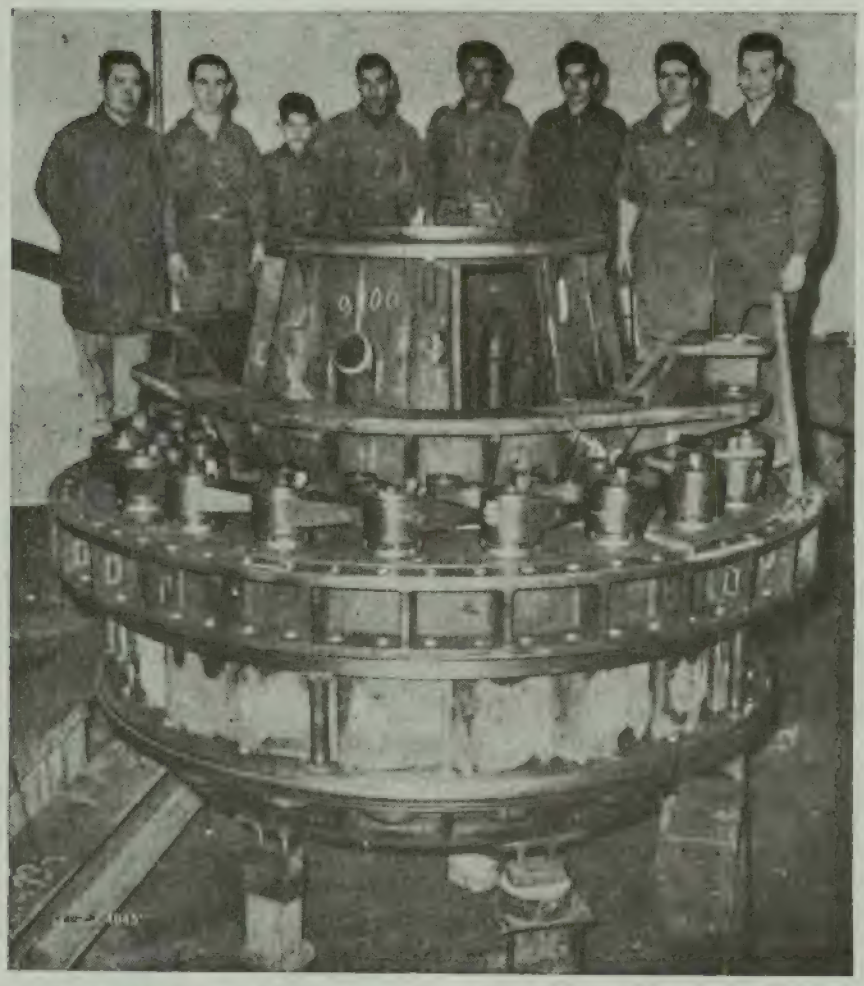
Na Fig. 1.3 está representado o Domínio D de existência de $\pi(x, y)$ que inclui $\pi(+\infty, +\infty)$.

MAGUE

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS MAGUE, L.DA

(S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA)

Alverca — Portugal



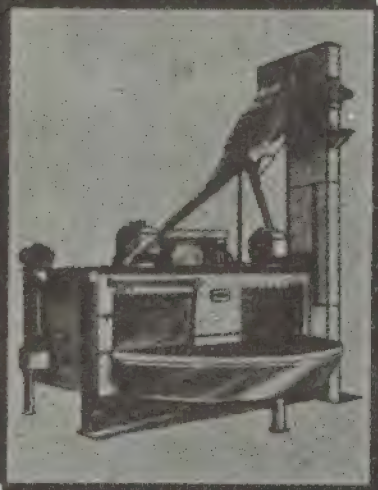
Aspecto do distribuidor de uma das duas turbinas «Francis», de 54.000 CV, destinadas à Central de Pisões (HICA) construídas por Construções Metalomecânicas MAGUE, S. A. R. L., segundo projecto e licença dos Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey, S. A.

●

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES
GUINDASTES
GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS
APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS
CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

+GF+



O rendimento e a rentabilidade das maquinas de decapagem

Wheelabrator +GF+

são inegualaveis

Uma gama de mais de 20 modelos serie permite fazer face aos mais diversos problemas.

Para decapagem de peças semelhantes, ou moldações similares, adopta-se, de preferência, a maquina Wheelabrator +GF+ a mesa rotativa (munida de 5 ou 6 pratos satelites girando cada um no seu proprio eixo). Eficaz e racional a decapagem por este metodo garante um trabalho cuidado e economico.

Georges Fischer Sociedade Anónima

Schaffhouse (Suiça)

Telescriptôr: 5 29 15 geofischer schf

Sociedade Comercial ROMAR Lda. Rua da Boavista, 83-1° D Lisboa

GM 1282/5

Note-se que $y > \frac{\alpha_i}{\beta_j} \cdot x + \frac{Q_{ij}}{\beta}$.

4.º Tipo $\begin{cases} a - i = -\alpha_i < 0 \\ b - j = \beta_j > 0 \end{cases}$ Donde (10) $-\alpha_i x + \beta_j y < -Q_{ij}$

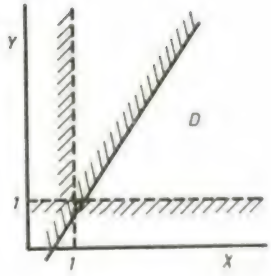


Fig. 1.4

Na Fig. 1.4 está representada a expressão (10) e o domínio D de π (x, y) que inclui π $(+\infty, +\infty)$, finalmente será :

$$y < \frac{\alpha_i}{\beta_j} \cdot x - Q_{ij}$$

5.º Tipo $\begin{cases} a - i = 0 \\ b - j = -\beta_j < 0 \end{cases}$ Donde (11) $y > \frac{Q_{ij}}{\beta_j}$

Veja-se Fig. 1.5 ; o domínio D inclui π (∞, ∞) sempre, pois $\left| \frac{Q_{ij}}{\beta_j} \right| < \infty$

6.º Tipo $\begin{cases} a - i = 0 \\ b - j = \beta_j > 0 \end{cases}$ Donde (12) $y < -\frac{Q_{ij}}{\beta_j}$

Veja-se Fig. 1.6 ; o domínio D, se existir inclui π (∞, ∞), mas para que exista será necessário que : $-\frac{Q_{ij}}{\beta_j} > 1$.

7.º Tipo $\begin{cases} a - i = -\alpha_i < 0 \\ b - j = 0 \end{cases}$ Donde (13) $x > \frac{Q_{ij}}{\alpha_i}$

Veja-se Fig. 1.7, o domínio D existe sempre e contém π (∞, ∞).

8.º Tipo $\begin{cases} a - i = \alpha_i > 0 \\ b - j = 0 \end{cases}$ Donde (14) $x < -\frac{Q_{ij}}{\alpha_i}$

Se D existir inclui π (∞, ∞) e para que exista terá de ser : $-\frac{Q_{ij}}{\alpha_i} > 1$, veja-se Fig. 1.8.

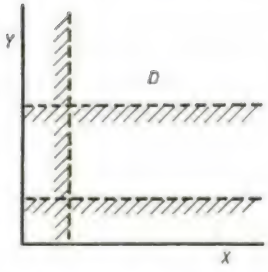


Fig 1.5

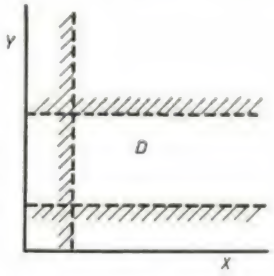


Fig. 1.6

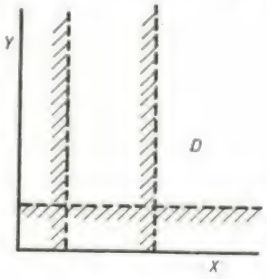


Fig. 1.7

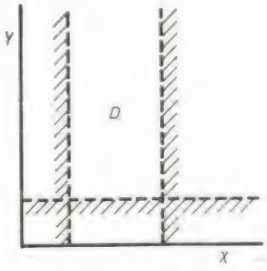


Fig. 1.8

Estudo de sistemas de desigualdades

Procura-se aqui resolver o problema seguinte:

Saber se o valor absoluto de um termo dado $| M_{a,b} h^a k^b |$ é maior que os valores absolutos de vários termos $| M_{ij} h^i k^j |$ simultâneamente e do que a sua soma.

Para o efeito estudaremos vários casos que, em conjunto, resolvem todas as possibilidades.

Caso A — No sistema de desigualdades existe uma do *tipo 1*.
Então para $x, y > |A|$ e $|A|$ suficientemente grande, essa desigualdade não será satisfeita e, portanto, o sistema.
O termo (a, b) não é maior, simultâneamente, que o conjunto dos termos e portanto do que a sua soma.

Caso B — No sistema de desigualdades existem uma ou várias desigualdades do tipo 2.
Então para $x, y > |A|$ e $|A|$ suficientemente grande, as desigualdades do tipo 2 serão sempre satisfeitas quaisquer que sejam os valores de x, y arbitrados (desde que $x, y > |A|$).
Podem estas desigualdades ser suprimidas do sistema.

Caso C — No sistema de desigualdades existem n com a forma: $\alpha_{ik}\, x - \beta_{ik}\, y < -Q_{ijk}$ sendo $\alpha_{ik} \geqslant 0$ e $\beta_{jk} \geqslant 0$ mas não $\alpha_{ik} = \beta_{jk} = 0$, ou seja tipos: 3, 5 e 8.
Existirá sempre um valor $|A|$ suficientemente grande tal que, se $x, y > |A|$, bastará verificar se a desigualdade para a qual corresponde a maior relação $\frac{\alpha_{il}}{\beta_{jl}}$ é satisfeita, e sendo satisfeita, todas as restantes o serão.

Com efeito:

$$\text{Se } \beta_{jk} \neq 0 \quad \text{será} \quad y > \frac{\alpha_{ik}}{\beta_{jk}}\, x + Q_{ijk}$$

$$\text{e} \left(\frac{\alpha_{ik}}{\beta_{jk}} - \frac{\alpha_{il}}{\beta_{jl}}\right) x + (Q_{ijk} - Q_{ijl}) \quad \text{será}$$

negativo se $\frac{\alpha_{ik}}{\beta_{jk}} > \frac{\alpha_{il}}{\beta_{jl}}$ e $x > |A|$ e A suficientemente grande.

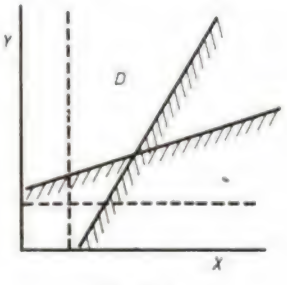


Fig. 2.1

Se $\beta_{jk} = 0$ será $\alpha_i\, x < -Q_{ij}$ e se esta desigualdade for satisfeita $\left(\frac{-Q_{ij}}{\alpha_i} > 1\right)$ então sê-lo-á para qualquer $x > |A|$ o que conclui a demonstração.
O termo (a, b) é então maior do que qualquer dos termos (i j k), no domínio D que contém $\pi\,(+\infty, +\infty)$.

Caso D — No sistema de desigualdades existem n de forma: $-\alpha_{ik}\, x + \beta_{jk}\, y < -Q_{ijk}$ e $\alpha_{ik} > 0$, $\beta_{jk} > 0$ mas não $\alpha_{ik} + \beta_{jk} = 0$.
Tal como em c) se a desigualdade a que corresponde a menor relação $\frac{\alpha_{ik}}{\beta_{jk}}$ for satisfeita todas as restantes o serão. Novamente o termo (a, b) será maior que qualquer dos n termos (i, j k), no domínio D que contém $\pi\,(+\infty, +\infty)$.

Caso E — Suponhamos que o sistema está reduzido já a duas desigualdades:

$$\begin{cases} \alpha_i\, x - \beta_j\, y < -Q_{ij} \\ -\alpha_k\, x + \beta_l\, y < -Q_{kl} \end{cases} \quad \text{(Fig. 2.2)}$$

A primeira representará a desigualdade de maior $\frac{\alpha_i}{\beta_j}$ (caso C).

A segunda representará a desigualdade de menor $\frac{\alpha_k}{\beta_l}$ (caso D).

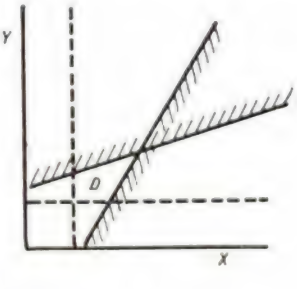


Fig. 2 2

Então, se $\left(\frac{\alpha_i}{\beta_j} > \frac{\alpha_k}{\beta_l}\right)$, para x, y, $> |A|$ e $|A|$ suficientemente grande, as duas desigualdades não serão satisfeitas simultâneamente.
O termo (a, b) não será maior do que todo e qualquer termo (i, j) ou (k, l), simultaneamente.

Caso F — Nas condições de E porém $\left|\frac{\alpha_i}{\beta_j} < \frac{\alpha_k}{\beta_l}\right|$, então para x, y $> |A|$ e $|A|$ suficientemente grande a totalidade das desigualdades serão satisfeitas e o termo (a, b) é maior do que todo e qualquer termo (i, j) ou (k, l) no domínio D que contém $\pi(+\infty, +\infty)$. Veja-se Fig. 2,3.

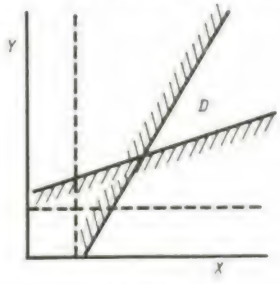


Fig. 2 3

Caso G — Nas condições já referidas em E e F mas $\left|\frac{\alpha_i}{\beta_j} = \frac{\alpha_k}{\beta_l}\right|$.

Seja dado o sistema:

$$\begin{cases} -\alpha_i x + \beta_j y < -Q_{ij} \\ +\alpha_k x - \beta_l y < -Q_{kl} \end{cases}$$

Para que o sistema tenha solução será necessário que:

$$\begin{cases} -\frac{Q_{ij}}{\beta_j} > \frac{Q_{kl}}{\beta_l} & \text{Se } \beta_i, \beta_l \neq 0 \\ -\frac{Q_{kl}}{\alpha_k} > \frac{Q_{ij}}{\alpha_i} & \text{Se } \beta_i = \beta_l = 0 \end{cases}$$

A demonstração é evidente.

Note-se que sendo β_i, β_l, α_k $\alpha_i < \infty$, será ainda: Se $\begin{cases} \beta_j = 0 \\ \beta_j \neq 0 \end{cases}$ será $\begin{cases} \beta_l = 0 \\ \beta_l \neq 0 \end{cases}$

e é idênticamente para α_i e α_k.

Finalmente: Se $\beta_i, \beta_l \neq 0$ será:

$$-\frac{Q_{ii}}{\beta_j} > y - \frac{\alpha_i}{\beta_j} x = y - \frac{\alpha_k}{\beta_l} x > \frac{Q_{kl}}{\beta_l}$$

Se $\beta_j = \beta_l = 0$ será:

$$-\frac{Q_{kl}}{\alpha_k} > x > \frac{Q_{ii}}{\alpha_i}$$

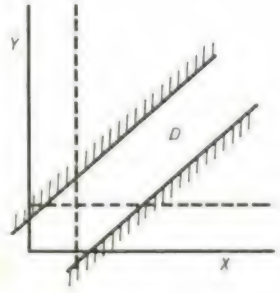


Fig. 2.4

Como Lim $|Q_{ij}| < |\varepsilon_1|$ e Lim $|Q_{ue}| < |\varepsilon_2|$ para $|q| < |\varepsilon_3|$ veja-se a definiçãode Q_{ij}), para $|\varepsilon_3|$ suficientemente pequeno será:

$$\begin{cases} \beta_j = \beta_l = 0 \\ x \to \infty \end{cases} \quad \text{e} \quad \begin{cases} \beta_j, \beta_l \neq 0 \\ y = \frac{\alpha_i}{\beta_j} x = \frac{\alpha_k}{\beta_l} x \end{cases}$$

Caso H — Neste caso estuda-se a situação de vários termos (ip, jp) e de um termo (a, b) ligados entre si por desigualdades do tipo referido no Caso C. Procura-se provar que existe um domínio D onde

$$|M_{a,b}| \; |h|^a \cdot |k|^b > \sum_p^n |M_{ip,jp}| \cdot |h|^{ip} \cdot |k|^{jp} \qquad p = 1, \dots n$$

Sejam dadas n desigualdades de forma

$$a) \quad \left\{ \alpha_{ip}\, x - \beta_{jp}\, y < - Q_{ijp} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \alpha_{ip} \geqslant 0 \\ \beta_{jp} \geqslant 0 \end{array} \right. \quad \text{mas não:} \quad \alpha_{ip} = \beta_{jp} = 0$$

Todas satisfazendo às condições indicadas já, ao tratar dos tipos 3, 5 e 8.
E quer provar-se que:

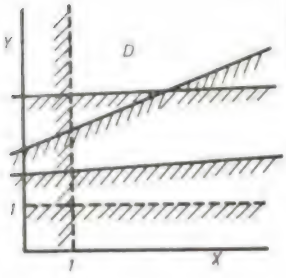


Fig. 2.5

$$b) \quad |M_{a,b}| \,.\, |h|^{a} \,.\, |k|^{b} > \sum_{p=1}^{n} |M_{ip,jp}| \,.\, |h|^{ip}| \,.\, |k|_{jp}$$

$$\text{se} \quad c) \; |M_{a,b}| \,.\, |h|^{a} \,.\, |k|^{b} > |M_{ip,ip}| \,.\, |^{ip} \,.\, |k|^{ip}$$

para todos os p (1, ... n)

Dividindo b) por $|M_{a,b}| \,.\, |h|^{a} \,.\, |k|^{b} \neq 0$, teremos

$$1 > \sum_{p=1}^{n} \frac{|M_{ip,ip}|}{|M_{a,b}|} \,.\, |h|^{(ip-a)} \,.\, |k|^{(ip-b)}$$

ou ainda fazendo $\left\{ \begin{array}{l} |h| = q^{x} \\ |k| = q^{y} \end{array} \right.$

Será, nas condições já referidas atrás,

$$1 > \sum_{p=1}^{n} \frac{|M_{ip,jp}|}{|M_{a,b}|} \,.\, q^{-x(a-ip)-y(b-jp)}$$

$$\text{ou} \quad 1 > \sum_{p=1}^{n} \frac{|M_{ip,jp}|}{|M_{a,p}|} \,.\, q^{-\alpha_{ip}\, x + \beta_{jp}\, y}$$

tendo em atenção a hipótese referida em a) será ainda:

$$1 > \sum_{p=1}^{n} e^{\left(-\alpha_{ip}\, x + \beta_{jp}\, y + \mathrm{Ln} \left| \frac{M_{ijp}}{M_{ab}} \right| \,.\, \frac{1}{\mathrm{Ln}q}\right) \mathrm{Ln}q}$$

$$1 > \sum_{1_{ip}=1}^{n} e^{(\alpha_{ip}\, x - \beta_{jp}\, y + Q_{ijp}) \,.\, |\mathrm{Ln}q|}$$

mas de a) será $\alpha_{ip}\, x - \beta_{jp}\, y + Q_{ijp} = - |Ap| < 0$
Donde:

$$1 > \sum_{p=1}^{n} e^{-|Ap| \,.\, |\mathrm{Ln}q|}$$

mas como A_p se pode fazer arbitràriamente grande, a desigualdade c) será sempre satisfeita. Note-se que $|\mathrm{Ln}_q|$ também se pode fazer arbitràriamente grande para $|q| < \delta$.
É fácil de ver que se as desigualdades fossem do tipo 4, 6 e 7, a demonstração seguiria os mesmos passos e atingir-se-ia o mesmo resultado.

Caso 1 — Interessa aqui averiguar qual o valor da soma S na hipótese de se verificar o caso G, sendo S dado pela expressão:

$$\left\{ \begin{array}{l} S = |M_{a,b}\, h^{a} \,.\, k^{b}| - \{ |M_{i^1,j^1}\, h^{i^1}\, k^{j^1}| + |M_{i^2,j^2}\, h^{i^2}\, k^{i^2}| \} \\ \text{e desejando-se que} \rightarrow S \geqslant 0. \end{array} \right.$$

S pode ainda escrever-se:

$$S = | M_{a,b}\ h^a\ k^b | \left\{ 1 - \left\{ \frac{| M_{i1,j1} \cdot h^i \cdot k^{j1} |}{| M_{a,b}\ h^a\ k^b |} + \frac{| M_{i2,j2}\ h^{i2}\ k^{j2} |}{| M_{a,b}\ h^a\ k^b |} \right\} \right\}$$

o parêntese pode representar-se no espaço Ω (x y) sob a seguinte forma:

$$1 - e^{-(-\alpha_{i1} x + \beta_{j1} y)\ Lnq + Ln \frac{| M_{i1,j1} |}{| M_{a,b} |}} -$$

$$- e^{-(\alpha_{i2} x - \beta_{j2} y)\ Lnq + Ln \frac{| M_{i2,j2} |}{| M_{a,b} |}}$$

ou

$$1 - e^{-(\alpha_{i1} x + \beta_{j1})\ Lnq} \times \left| \frac{M_{i1j1}}{M_{ab}} \right| -$$

$$- e^{-(\alpha_{i2} x - \beta_{j2} y)\ Lnq} \cdot \left| \frac{M_{i2j2}}{M_{ab}} \right|$$

Seja:

$$\left\{ \begin{array}{l} e^{-(\alpha_{i2} x - \beta_{i2} y)\ Lnq} = \beta_{j2} \left(y - \frac{\alpha_{i2}}{\beta_{j2}} \cdot \right) Lnq \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad = \beta_{j2} \times z \\ e^{-(\alpha_{i1} x + \beta_{j1} y)\ Lnq} = - \beta_{j1} \times z \end{array} \right.$$

Teremos:

$$1 - \underbrace{\left\{ e^{-\beta_{j2} z} \cdot \left| \frac{M_{ij1}}{M_{ab}} \right| + e^{+\beta_{j2} z} \cdot \left| \frac{M_{ij2}}{M_{ab}} \right| \right\}}_{F}$$

o mínimo do parêntese F será, (se $\beta_{i2} > 0$).

$$- \beta_{j1} \left| \frac{M_{ij1}}{M_{ab}} \right| \cdot e^{-\beta_{j1} z} + \beta_{j2}\ e^{+\beta_{j2} z} \left| \frac{M_{ij2}}{M_{ab}} x \right| = 0$$

ou

$$\frac{\beta_{j1}}{\beta_{j2}} \left| \frac{\frac{M_{ij1}}{M_{ab}}}{\frac{M_{ij2}}{M_{ab}}} \right| \cdot = e^{(\beta_{j2} + \beta_{j1}) z}$$

ou

$$z_m = \frac{Ln \left(\frac{\beta_{j1}}{\beta_{j2}} \left| \frac{\frac{M_{ij1}}{M_{ab}}}{\frac{M_{ij2}}{M_{ab}}} \right| \right)}{\beta_{j2} + \beta_{j1}}$$

Derivando uma segunda vez. Vem

$$+ \beta_{j1}^2 \left| \frac{1}{a} \right| e^{-\beta_{j1} z} + \beta_{j2}^2 \left| \frac{1}{a} \right| e^{+\beta_{j2} z}$$

$$> 0 \quad > 0 \quad > 0 \qquad > 0 \quad > 0 \quad > 0$$

Portanto terá um mínimo o parêntese F para $z = z_m$

Como se deseja que $S \geqslant 0$, mas F é mínimo para $z = z_m$, terá de ser $F \leqslant 1$. Mas já vimos em G que para $|q|$ suficientemente pequeno será $\alpha_{i1}\, x - \beta_{j2}\, y = \alpha_{i2}\, x - \beta_{j2} = 0$ ou $\beta_{j2} + z = 0$ donde finalmente $z = 0$ porque β_{j2}.

Como $\beta_{j1} + \beta_{j2} > 0$ porque $\beta_{j1} \geqslant 0$ e $\beta_{j2} > 0$, será:

$$d) \qquad \frac{\beta_{j1}}{\beta_{j1}} \cdot \left| \frac{\dfrac{M_{ij1}}{M_{ab}}}{\dfrac{M_{ij2}}{M_{ab}}} \right| = 1 \qquad (\text{porque } z = 0)$$

Esta será pois a condição para que $z = 0$ e daí que $S = 0$. Se $|q|$ for suficientemente pequeno e $x, y > |A|$ e $|A|$ suficientemente grande.

Se tal condição *d*) se verificar é porque o termo (A, b) pode igualar a soma dos outros dois.

A demonstração foi feita para $B_{j1} > 0$, é fácil de demonstrar para $\beta_{j1} > 0$.

Se $\beta_{j1} = \beta_{j2} = 0$ bastará fazer:

$$\begin{cases} -(\alpha_{i2} - \beta_{j2}\, y)\, \mathrm{Ln}\, q = \alpha_{i2} \cdot z & (\alpha_{i2} > 0) \\ -(-\alpha_{i1} + \beta_{j1}\, y)\, \mathrm{Ln}\, q = -\alpha_{i1}\, z \end{cases}$$

e daí

$$z_m = \frac{\mathrm{Ln}\left(\dfrac{\alpha_{j1}}{\alpha_{i2}}\right) \cdot \left| \dfrac{\dfrac{M_{ij1}}{M_{ab}}}{\dfrac{M_{ij2}}{M_{ab}}} \right|}{\alpha_{i2} + \alpha_{i2}}$$

e a condição *d*) escreve-se:

$$\frac{\alpha_{i2}}{\alpha_{i2}} \cdot \left| \frac{\dfrac{M_{ij1}}{M_{ab}}}{\dfrac{M_{ij2}}{M_{ab}}} \right| = 1$$

Note-se que é sempre possível normalizar o sistema dando-lhe a forma

$$\begin{cases} -\alpha_i\, x + B_j\, y < -Q_{ij} \\ +\alpha_i\, x - B_j\, y < -Q_{kl} \end{cases}$$

e então será:

$$\left| \frac{M_{ij1}}{M_{ij2}} \right| = 1$$

Esta expressão é extremamente simples.

Note-se ainda que substituindo em F se obtém:

$$e^{-0} \left| \frac{M_{ij1}}{M_{ab}} \right| + e^{+0} \left| \frac{M_{ij2}}{M_{ab}} \right| = 1 \quad \text{para } z = 0$$

e se desejarmos que $s = 0$, será:

$$|M_{ij1}| + |M_{ij2}| = |M_{ab}|$$

Assim as duas condições a satisfazer serão:

$$\begin{cases} \dfrac{\beta_{j1}}{\beta_{j2}} \left| \dfrac{M_{ij1}}{M_{ij2}} \right| = 1 \\ \text{e} \\ |M_{j1}| + |M_{ij2}| = |M_{ab}| \end{cases}$$

Resumo do Método

Tendo em vista o que foi anteriormente demonstrado, pode propor-se o método seguinte que tem a vantagem de ser gráfico:

1) Se existir uma desigualdade do tipo 1, o termo $|(a, b)|$ não é maior do que a soma dos restantes termos $|(i, j)|$ (veja-se caso A) porque não é maior, pelo menos, que um deles.
2) Todas as desigualdades do tipo 2, podem ser retiradas do sistema de desigualdades, porque para $|A|$ suficientemente grande são todas satisfeitas para x e y quaisquer. (Veja-se caso B).
3) Todas as desigualdades dos tipos 3, 5 e 8, podem ser substituídas pela desigualdade a que corresponder o *maior* coeficiente angular (para $|A|$ suficientemente grande). (Veja-se caso C) Note-se desde já que, se se verificar a situação indicada mais adiante, em 7, há que regressar à alínea 3) como se mostrará oportunamente.
4) Todas as desigualdades dos tipos 4, 6 e 7, podem ser substituídas pela desigualdade de menor coeficiente angular (para $|A|$ suficientemente grande). (Veja-se caso D) e com a mesma (ressalva) já referida em 3).
5) Se confrontadas as duas desigualdades apuradas em 3) e 4) se encontrar uma situação E então $|(a, b)|$ *não* é maior simultâneamente que o conjunto dos termos $|(i j)|$ e portanto que a sua soma (para $|A|$ suficientemente grande).
6) Se confrontadas as duas desigualdades apuradas em 3) e 4) se encontrar uma situação F, então $|(a, b)|$ é maior que qualquer termo $|(i, j)|$ em confronto e ainda que a sua soma (Veja-se também caso H), para $|A|$ suficientemente grande.
7) Se confrontadas as duas desigualdades apuradas em 3) e 4) se apurar uma situação G, então há que proceder como se indica em I.

Então dois casos se podem dar:

ou se verifica que z_m *é nulo* e então, para $|A|$ suficientemente grande, a soma $|(a, b)| - |(i j)| - |(k, l)| < \delta$ e δ é suficientemente pequeno.
Nesta hipótese os três termos podem ser retirados do confronto.

ou z_m *não é nulo* e então o termo $|(a, b)|$ não domina a soma dos termos $|(i, j)| + |(k, l)|$ em conjunto e o domínio D não contém $\pi\ (+\infty, +\infty)$.

Nota final:

O estudo deste método (gráfico), para ser perfeitamente entendido, terá de ser confrontado com o método inicialmente exposto.

Designaremos este método por «método gráfico» porque se ajusta fàcilmente à representação gráfica, conforme se mostra adiante numa aplicação aos dois exemplos já apresentados no final do método anterior.

Aplicação

Para o efeito, vamos recorrer ao exemplo já dado anteriormente, isto é, averiguar se as funções seguintes têm um extremo no ponto (0,0)

$$f\ (x_1\ y) = x^2 - 2\ x\ y^2 + y^4 - 2\ y^5$$
$$\varphi\ (x_2\ r) = x^2 - 2\ x\ y^2 + y^4 + y^6$$

Desenvolvendo em série de Taylor teremos:

$$f\ (h, k) - f\ (0, 0) = \Delta\ f_{o\,o} + \frac{1}{2!}\ \Delta^2\ f_{o\,o} + \frac{1}{3!}\ \Delta^3\ f_{o\,o} + -$$

ou seja:

$$f\,(h\,k) - f\,(0,0) = 1\,.\,h^2 - 2\,.\,h^4\,k^2 + 1\,.\,k^4 - 2\;\;k^5$$

e $$f\,(h\,k) - \varphi\,(0,0) = 1\,.\,h^2 - 2\;\;h^4\,k^2 + 1\;\;k^4 + 1\,.\,k^6$$

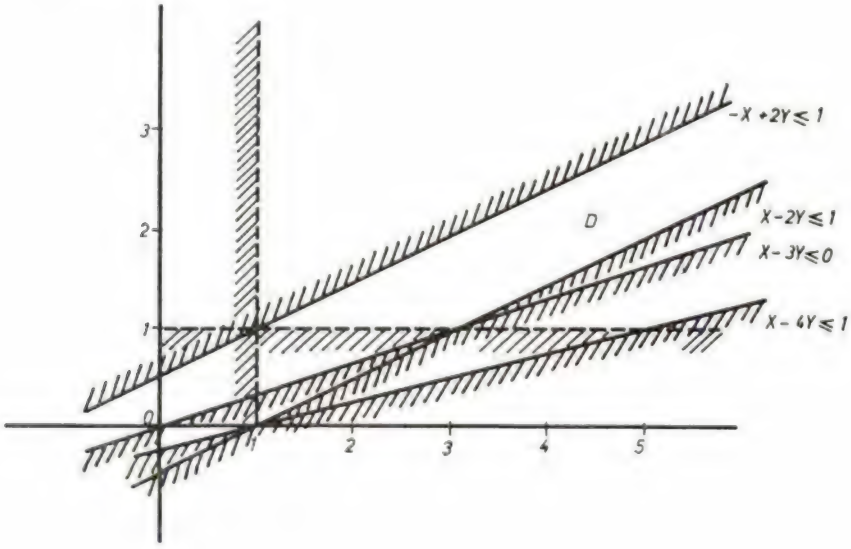
Para a função f e φ pode formar-se o seguinte quadro:

f	$h^2\,k^0$	$\frac{1}{2}$	-1	-1	1	-1	2
	$h^0\,k^4$	$\frac{1}{2}$	-1	-1	1	1	-2
	$h^0\,5^5$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	1	-3
		$\left\lvert \frac{M_{i,j}}{M_{a,b}} \right\rvert$	$\operatorname{Ln}_2 \left\lvert \frac{M_{i,j}}{M_{a,b}} \right\rvert$	$\operatorname{Ln}_2 q$ e $q = x$	$\operatorname{Ln}_2 \left\lvert \frac{M_{ij}}{M_{ab}} \right\rvert \frac{1}{\operatorname{Ln}_2 q}$	$a - i$	$b - j$
φ	$h^2\,k^0$	$\frac{1}{2}$	-1	-1	1	-1	2
	$h^0\,k^4$	$\frac{1}{2}$	-1	-1	1	1	-2
	$h^0\,k^6$	$\frac{1}{2}$	-1	-1	1	1	-2

Donde resultam as desigualdades seguintes:

$$f \longrightarrow \begin{cases} x - 2\,y \leqslant 1 \\ -x + 2\,y \leqslant 1 \\ x - 3\,y \leqslant 0 \end{cases}$$

$$\varphi \longrightarrow \begin{cases} x - 2\,y \leqslant 1 \\ -x + 2\,y \leqslant 1 \\ x - 4\,y \leqslant 1 \end{cases}$$



Note-se que as coordenadas x, y agora empregadas pertence ao espaço $\Omega(x, y)$.
É fácil de representar estas desigualdades no espaço $\Omega(x, y)$.

Verifica-se que tanto para φ como para f se encontra o caso descrito em G . $\left(\frac{Q_{ij}}{\beta} > \frac{Q_{ke}}{\beta_e'}\right)$

Com efeito : $\left(\frac{1}{2} > -\frac{1}{2}\right)$.

Então, calculemos z_m como se aconselha em I

$$z_m = \frac{\mathrm{Ln}\left(\frac{\beta_j}{\beta_e} \cdot \left|\frac{\frac{M_{ij}}{M_{ab}}}{\frac{M_{ke}}{M_{ab}}}\right|\right)}{\beta_j + \beta_e} = \frac{\mathrm{Ln}\left(\frac{2}{2} \cdot \left|\frac{-1}{-1}\right|\right)}{2+2} = 0$$

Portanto para $x, y > |A|$ e $|A|$ suficientemente grande será $|\,|(a, b)| - |(i, j)| - |(k, e)|\,| < \delta$ Por mais pequeno que seja δ.

Donde as séries $\left(f(h, k) - f(0, 0)\right)$ e $\left(\varphi(h, k) - \varphi(0, 0)\right)$ terão um sinal que dependerá do sinal de $-2\,k^5$ e $1.\,k^6$ respectivamente, se $x, y > |A|$ e $|A|$ suficientemente grande, ou seja $|h|, |k| < \delta$ e δ suficientemente pequeno.

Então como $-2\,k^5$ (para $k > 0$) é negativo e $1.\,k^6 > 0$ qualquer que seja o sinal de h, k e ainda por $k > 0$ não torna o termo $h'\,k^2$ positivo, então pode concluir-se que a função f não tem um mínimo em (0, 0) e a função φ tem um mínimo em (00).

Advertência

Aproveita-se a oportunidade para chamar a atenção para os termos de expoente ímpar que se comportam como termos pares.

O termo $-2\,h^1\,k^2$ só é negativo se $h > 0$ (k pode ser + ou —).

O termo $-2\,h^0\,k^5$ só é negativo se $k > 0$ (h pode ser + ou —).

Portanto pode simultâneamente impor-se $h > 0$ e $k > 0$.

Contudo o termo $+\,|a|\,h^1\,k^6$ que também é ímpar, quando se impõe $h > 0$, como convém para tornar o termo $-2\,h^1\,k^2$ negativo, isso implica tornar o termo $|a|\,h^1\,k^b$ *positivo* e inversamente

Isto é, há termos ímpares que são sempre positivos quando o termo ímpar em estudo é negativo.

Termos desta natureza comportam-se em relação ao referido termo ímpar (no exemplo $-2\,h^1\,k^2$) como positivo para o efeito da comparação.

Este ponto não foi referido expressamente ao tratarmos os Teoremas II, III, IV e X, deduzidos anteriormente.

Na continuação deste artigo, será apresentada uma generalização a um espaço de n dimensões.

RESUMO

Neste artigo apresenta-se um método gráfico para tratar problemas de extremos.

SUMMARY

In this article is presentad a graphical method to treat the problem of extremes.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 °/₀ dos totais do País.*

I — Breve nota mensal

No aspecto hidrológico, o mês de Novembro apresentou-se, no conjunto, muitíssimo acima da média. As afluências verificadas são as mais elevadas que figuram nos registos do R.N.C. para o mês de Novembro.

Entrou em serviço a subestação de Ferreira do Alentejo, da C.N.E. A linha Setúbal-Ferreira do Alentejo passou a funcionar a 150 kV.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1962	1963	Variação °/₀
Produção hidráulica (P_h) . . .	282,6	327,7	+ 16
Produção térmica (P_t)	25,5	8,2	— 68
Produção total (P_T)	308,1	335,9	+ 9
Exportações (Ex)	0,0	0,0	0
Importações (I)	0,0	0,0	0
Produção para consumos não perman. (P_{cnp})	32,0	42,3	+ 32
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (1)	276,1	293,6	+ 6,3 (2)
Coeficiente de hidraulicidade	0,49	3,02	—

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

	1962	1963	Variação °/₀
Produção hidráulica (P_h) . . .	3211,1	3510,5	+ 9
Produção térmica (P_t)	105,0	128,4	+ 22
Produção total (P_T)	3316,1	3638,9	+ 10
Exportações (Ex)	0,0	54,0	—
Importações (I)	0,6	0,1	— 83
Produção para consumo não perman. (P_{cnp})	622,0	616,3	— 1
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (1)	2694,7	2968,7	+10,2 (2)
Coeficiente de hidraulicidade	1,04	1,52	—

NOTAS:

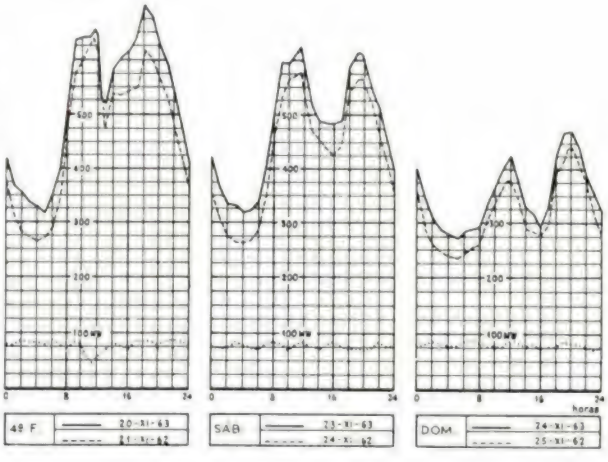
(1) A produção para consumos permanentes (P_{CP}) é determinada pela seguinte expressão: $P_{CP} = P_T - P_{cnp} + 1 - E_X$

(2) O aumento percentual de produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é respectivamente de 6,7 °/₀ e 9,8 °/₀.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira: 1962	4.ª feira: 1963
Produção hidráulica		(P_h) MWh	10286	12808
Produção térmica		(P_t) MWh	1160	0
Produção total		(P_T) MWh	11446	12808
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	0
	Import.	(I) MWh	0	0
TOTAL		$P_T + (I - E_X)$ MWh	11446	12808
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	10478	11048
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	968	1760
Características dos diagramas	$P_T + (I - E_X)$	Potência máx. MW	637,0	697
		Potência mín. MW	265,0	319
		Utiliz. da ponta horas	18,0	18,4
		Factor de carga	0,75	0,77
	P_{cp}	Potência máx. MW	593	615
		Potência mín. MW	223	242
		Utiliz. da ponta horas	17,7	18,0
		Factor de carga	0,74	0,75

NOVEMBRO



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês GWh	No fim do mês °/₀ (1)
Paradela	222,5	100,0
Venda Nova	126,0	98,4
Salamonde	25,7	93,1
Caniçada	29,2	88,2
Cabril :	302,1	89,0
Castelo do Bode	119,9	73,6
Guilhofrei	7,9	95,2
Lagoa Comprida	32,1 (2)	99,7
Santa Luzia	40,1	65,1
Pracana	11,2	86,8
Póvoa	11,1 (3)	90,4
Total . . .	927,8	88,9

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

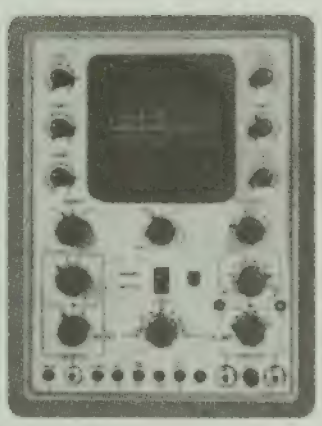
(2) Inclui 1,5 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 2,8 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 1,2 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 1,7 GWh no fim do mês.

Para equipar
o vosso laboratório
ou a vossa fábrica
com aparelhos

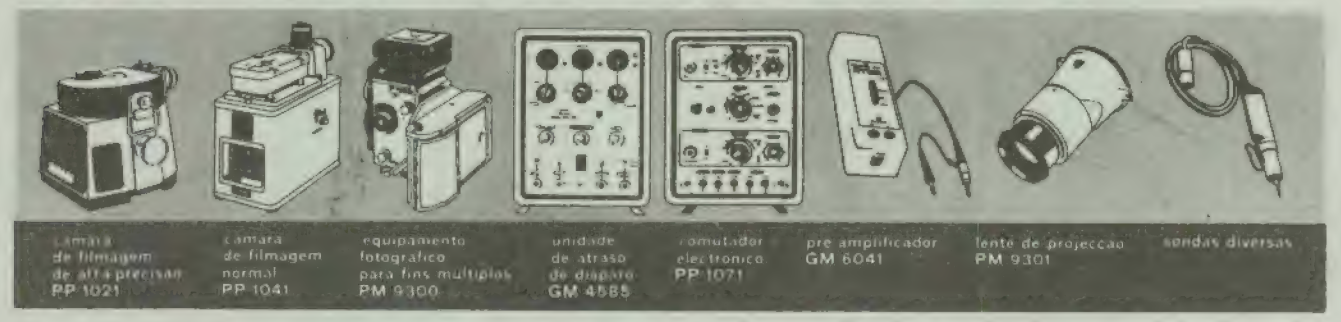
de preço acessível e alta precisão a Philips

apresenta
os osciloscópios
GM 5602 e GM 5603



Características técnicas principais	GM 5602	GM 5603
Largura de banda	0-14 Mc/s	0-14 Mc/s
Sensibilidade	50 mV/cm - 5 V/cm (3%)	50 mV/cm - 5 V/cm (3%)
Entrada diferencial	Não	Sim
Atraso do sinal	300 ns	300 ns
Velocidade de varrimento	40 ns/cm - 2,5 s/cm	40 ns/cm - 2,5 s/cm
Amplificação	2 x, 5 x	2 x, 5 x
Facilidades de disparo ("trigger")	int. + e - ext. + e - 50 c/s + e -	int. + e - ext. + e - 50 c/s + e -
Tubo de raios catódicos	10 cm com 4 kV tensão de aceleração	13 cm com 10 kV tensão de aceleração
Acessórios fornecidos	Sonda "cathode follower" Sonda atenuadora Cabos, visor	2 sondas "cathode follower" 2 sondas atenuadoras Cabos, visor

Para permitir aumentar a gama de aplicações destes osciloscópios, podem-se utilizar opcionalmente os seguintes acessórios e instrumentos auxiliares:



PHILIPS

PHILIPS

instrumentos electrônicos
de medição

Vendas e assistência técnica em todo o Mundo

Philips Portuguesa S.A.R.L., Rua Joaquim Antonio d'Aguiar 66, LISBOA

Philips, Dept°. EMA, EINDHOVEN, Holanda

DESPOEIRAGEM

FILTROS TECIDOS EM PEÇAS, PANOS, SACOS, MANGAS

DE QUALQUER FIBRA NATURAL OU SINTÉTICA

FANAFEL

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS
SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.: 93
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

FLUIDO E MASTIC

IMPERMEABILIZAÇÕES

TORNA TUDO ESTANQUE

Impermeabilização e vedação perfeita de:

Terraços, Empenas, Algerozes, Clarabóias, Paredes húmidas, Coberturas, Fendas, Juntas de dilatação, etc., etc.

Fácil aplicação — Elasticidade excepcional
Não endurece nem apodrece

ROOFATEX **À base de borracha + alumínio**

Reforça a acção impermeabilizante do «Rubio», dando às construções um aspecto agradável — Protege todos os materiais contra a humidade, a ferrugem e a corrosão

RUBIO E ROOFATEX dois produtos que se completam

Representante exclusivo: Orlando Fernandes

Rua Palmira, 46-A-B-C — LISBOA-1 — Telefs. 83 01 63 - 84 26 39 — End. teleg. «ORFER»

C. D. U. 621.316.13.084

Breve notícia sobre o Analisador de Redes da Companhia Nacional de Electricidade[1]

POR CARLOS PORTELA

0. INTRODUÇÃO

Esta breve nota tem como finalidade dar uma ideia sumária das características principais do Analisador de Redes da Companhia Nacional de Electricidade, que entrou em serviço em 1963.

É relativamente frequente as redes eléctricas terem uma fase «primária» de desenvolvimento caracterizada por uma notável «simplicidade» de condições de cálculo e exploração. Nessa fase primária, a fraca densidade de redes interligadas e o reduzido número de centros de produção e de consumo, a pequenez das potências a transportar a distâncias apreciáveis e a ausência de malhas fechadas, conduzem a uma apreciável simplicidade de concepção, cálculo e dimensionamento.

A Rede Nacional de Transporte e as principais redes portuguesas de distribuição ultrapassaram já há vários anos esta fase de infância e entraram na «adolescência», aproximando-se ou encontrando-se já, sob alguns aspectos, na fase de «maturidade». Por exemplo, sob o ponto de vista de «transporte», tem-se actualmente:

a) — Transportes apreciáveis a grandes distâncias.

b) — Existência de uma interligação generalizada e notória diversidade de repartição de cargas.

c) — Existência de diversas malhas na rede, que eliminam a «coincidência» entre o transporte numa linha ou par de linhas e o consumo numa subestação, além de permitirem maior elasticidade de exploração, por exemplo, provocando «circulações» de potência reactiva.

d) — Multiplicação dos centros de consumo.

e) — Existência de «linhas curtas» (em face das potências em jogo) para as quais as limitações de transporte podem não resultar de quedas de tensão e perdas.

f) — Modificação da «orientação» no crescimento da Rede Eléctrica com a provável ocorrência de «limitações transitórias».

g) — Valores elevados de correntes de curto-circuito em alguns pontos.

h) — Importância «apreciável» das energias transportadas e dos volumes de investimento realizados e a realizar, com a consequente «importância» de economias «relativamente» reduzidas.

Desta forma, sem o recurso a meios de cálculo adequados, é-se conduzido a resultados nìtidamente imprecisos, que conduzem forçosamente, por vezes, a soluções defeituosas ou a margens de segurança elevadas que acarretem vultosos encargos.

De entre os problemas que carecem desses meios de cálculo podem-se citar os seguintes:

a) — A definição das capacidades de transporte das redes em diversas situações de repartição de cargas.

b) — Os problemas de nível de tensões, regulação de tensão, necessidade de produção de energia reactiva, margem de regulação de tensão dos grupos e transformadores, circulação de potência reactiva.

---

(1) — Neste artigo utilizam-se elementos contidos no artigo «Justificação e Possibilidades de Aplicação do Analisador de Redes que a Companhia Nacional de Electricidade Está a Construir», publicado no suplemento n.º 1/61, do Boletim de Informação da C. N. E. e na Revista Electricidade n.º 22.

c) — A definição das corrente de curto-circuito e capacidade de corte dos disjuntores.

d) — A definição das protecções das redes por forma a conseguir a máxima segurança de serviço e a máxima capacidade de transporte.

e) — A definição das necessidades de ampliação das redes.

f) — A definição dos desequilíbrios de carga admissíveis.

g) — A definição das condições de estabilidade.

h) — A determinação das perdas nas redes e a definição criteriosa das repartições de cargas activas e reactivas.

i) — O estudo dos fenómenos transitórios do tipo dos associados à manobra de disjuntores, descarga de pára-raios, e curto-circuitos.

Com base num estudo efectuado em 1958, a cujos resultados essenciais se deu oportuna divulgação (1), a CNE resolveu adoptar um calculador analógico, do tipo vulgarmente designado por «analisador de redes de corrente alternada»; decidiu também tratar directamente da concepção, cálculo e execução. Não cabe aqui analisar as razões da decisão tomada. Tem interesse referir, no entanto, que sob o ponto de vista «a priori» aparentemente mais desfavorável para a alternativa de execução em Portugal — o preço —, o resultado foi francamente bom, pois conseguiu-se um custo da ordem de metade do que se obteria com a aquisição pura e simples.

Não se referem nesta nota os problemas construtivos do calculador. Regista-se apenas, por agora, que houve que resolver uma grande diversidade de problemas técnicos, alguns apreciàvelmente complexos. Julga-se haver interesse em divulgar oportunamente algumas das soluções adoptadas para vários desses problemas, como por exemplo a redução de reactâncias de dispersão de transformadores, a regulação automática de potência de «geradores», a obtenção de desfasadores estáticos, de amplificadores de precisão de tensão e intensidade, de sistema de medição de fase, de sistema digital de medida (de tensões, correntes, potências activas, potências reactivas e fases), de sistema de impressão de resultados, de sistema auxiliar de cálculo de estabilidade.

O Analisador de Redes da CNE pode considerar-se um calculador de capacidade «bastante razoável» para a generalidade dos problemas das redes eléctricas, tendo além disso possibilidades de aplicações interessantes dentro de outros domínios do cálculo analógico. Com a sua entrada em serviço põe-se assim fim à «anomalia» que representava o facto de Portugal não dispor de um analisador de redes ou meio de cálculo equivalente. Na eliminação desta «anomalia» foi factor primordial a acção do Prof. Ferreira Dias. É mais um pormenor a juntar à longa lista de felizes impulsos e esclarecida orientação que de há longa data tem imprimido à Electricidade e à Economia Portuguesas.

1. CARACTERÍSTICAS GENÉRICAS DO ANALISADOR DE REDES DA CNE

No analisador de redes em causa usa-se uma representação monofásica, correspondendo à «componente directa» no caso de sistemas tri-féricos equilibrados, e recorre-se normalmente ao método das componentes simétricas ou a outro similar para estudos referentes a condições assimétricas.

Os «circuitos» correspondentes a elementos «normais» de redes eléctricas são representados por resistências, induções, condensadores, transformadores e desfasadores.

Todas as unidades representativas de elementos de redes são variáveis, por meio de comutadores ou cursores graduados, tendo-se renunciado ao emprego de elementos fixos.

Os elementos «correspondentes» normalmente a um elemento de uma rede eléctrica («gerador» ou «grupo gerador», «transformador», «linha», «carga») estão agrupados e têm apenas os terminais «correspondentes» aos dessa unidade. Para fazer a «representação» no modelo análogo há pois que fazer a «correspondente» ligação dos terminais em painel adequado e ajustar convenientemente os respectivos comutadores.

Os elementos do analisador estão «graduados» em função de grandezas «base», tomadas para unidade, e que são, referidas a 500 c/s, 100 V, 1A, 100W, 100 VAr, 100Ω e $10^{-2}\ \Omega^{-1}$.

(1) — Justificação e Possibilidades de Aplicação do Analisador de Redes que a Companhia Nacional de Electricidade Está a Construir, Carlos Portela, Electricidade, n.º 22.

Constituitivamente, os elementos do analisador podem agrupar-se da seguinte forma:

a) — Sistema de alimentação;
b) — Unidades representativas de elementos de redes eléctricas (que podem ser utilizadas para outros fins);
c) — Sistema de ligações;
d) — Sistema de comando e medida;
e) — Sistemas complementares.

O analisador foi projectado com duas «fases» de desenvolvimento. A primeira é a que entrou em serviço. A segunda, cuja construção já se iniciou, ficará concluída dentro de cerca de dois anos.

São os seguintes os números de unidades representativas de elementos de redes correspondentes à primeira e segunda fase acima referidas.

Elementos	Quantidades	
	1.ª fase	2.ª fase
Geradores	13	20
Linhas em malha π	30	60
Linhas RL	12	60
Capacidades	12	32
Transformadores	18	30
Cargas	14	36
Transformadores de enrolamentos separados	6	12

Passo a indicar as características essenciais dos diversos elementos do analisador.

Sistema de alimentação

O circuito principal do analisador de redes é alimentado por um conversor de corrente alternada de 50 c/s em corrente alternada 500 c/s.

O sistema principal a 500 c/s é trifásico, com regulação automática de frequência ($\pm$ 0,1 %) entre 450 c/s e 550 c/s, regulação automática de tensão ($\pm$ 0,1 %) e regulação de equilíbrio de fases ($\pm$ 0,1 %), tendo, além disso, pequena proporção de harmónicas. A tensão é regulada de maneira descontínua em oito escalões e de maneira contínua num intervalo $\pm$ 10 % em todos os escalões.

A necessidade de regulação de equilíbrio de fases resulta do facto de a carga do sistema, constituída principalmente por desfasadores com saída monofásica, ser essencialmente desequilibrada.

Geradores

Estes elementos, previstos especialmente para a representação de geradores em redes eléctricas nos estudos mais correntes, nos quais o alternador é representado por uma «força electromotriz» e uma «reactância» equivalentes (1), são constituídos essencialmente por:

— Desfasador trifásico-monofásico;
— Regulador de tensão;
— Reactância.

O desfasador e o regulador de tensão destinam-se a «representar» a «f.e.m. equivalente» do gerador, que pode ser regulada em fase (entre 0° e 360° com intervalos de 0,1°) e em amplitude (entre 0 e 1,61 com intervalos de 0,001).

Fig. 1 — Esquema de princípio de um «gerador»

A reactância destina-se a representar a «reactância equivalente» dos geradores e pode ser regulada entre 0 e 3,22 ou 6,22 com intervalos de 0,002. Esta reactância pode ser utilizada independentemente do resto da unidade.

Cada «gerador» dispõe, além disso, de um conjunto de aparelhos de medida de pequena precisão — um voltímetro, um amperímetro, um wattímetro e um varímetro — destinados a facilitar a regulação do conjunto da rede.

Para determinações de precisão as grandezas são «transferidas» para a bancada de medida.

Com o fim de facilitar os estudos de repartição de cargas, os geradores são equipados com um sistema de regulação automática de potên-

(1) — Consoante os casos esta reactância será, por exemplo, a reactância síncrona longitudinal, a reactância transitória longitudinal, a reactância subtransitória longitudinal ou a reactância síncrona transversal.

cia, que actua no desfasador por forma que se mantenha a potência fornecida pelo gerador no valor que se tenha ajustado.

A fase da «f.e.m.» pode ser comandada na própria unidade, actuando nos respectivos comutadores, ou na bancada de comando.

Linhas em malha π

Estas unidades destinam-se a representar linhas de capacidade não desprezável em estudos de repartição de cargas, curto-circuito e estabilidade, por intermédio de uma malha π «equivalente» à frequência industrial.

São constituídas essencialmente por uma resistência, uma indução e duas capacidades, estas últimas iguais e ajustadas simultâneamente (fig. 2). A resistência pode ser regulada 0 e 1,12 de maneira contínua, a reactância entre 0 e 2,22 ou 4,22 por escalões de 0,002 e a admitância do conjunto das capacidades entre 0 e 1,11 por escalões de 0,001. Por comando na bancada de medida, podem ser transferidos para os aparelhos de precisão da mesma as grandezas em qualquer dos extremos da linha, incluindo ou não o condensador, e as grandezas do ramo RL. Em qualquer destas cinco hipóteses podem-se determinar a tensão, corrente, potência activa, potência reactiva e fase.

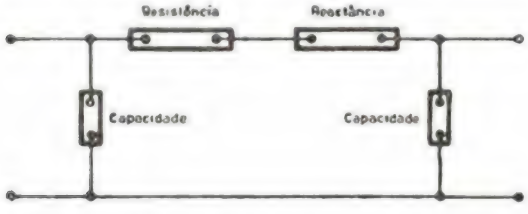


Fig. 2 — Esquema de princípio de uma linha em «malha π»

Linhas RL

Estas unidades destinam-se a representar linhas de capacidade desprezável, diferindo das linhas em malha π em não disporem de capacidades (fig. 3).

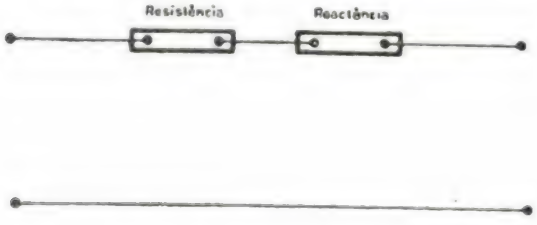


Fig. 3 — Esquema de princípio de uma «linha RL»

Capacidades

Estas unidades destinam-se a diversas montagens em «esquemas equivalentes», a representação de diversas capacidades que se possam supor concentradas num ponto, figurar compensadores síncronos em estudos de repartição de cargas, etc.

São constituídas por três décadas podendo a admitância respectiva variar entre 0 e 1,11 por escalões de 0,001.

Estas capacidades podem ser associadas de maneira muito simples com as linhas RL de molde a obterem-se linhas π ou linhas T.

Transformadores

Estas unidades destinam-se a representar transformadores de redes eléctricas, sendo constituídas por um autotransformador e uma reactância (fig. 4). A relação de transfomação do autotransformador pode ser regulada entre — 0,3 e 1,30 por escalões de 0,005. A reactância pode ser regulada entre 0 e 3,22 por escalões de 0,002.

Através de um comando na bancada de medida podem ser transferidas para esta as grandezas em qualquer dos terminais da unidade.

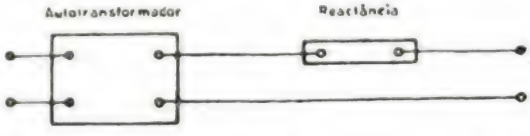


Fig. 4 — Esquema de princípio de um «transformador»

Cargas

Estas unidades destinam-se a representar as cargas de redes eléctricas.

São constituídas essencialmente por um «autotransformador», uma «carga activa» e uma «carga reactiva (indutiva ou capacitiva) (fig. 5).

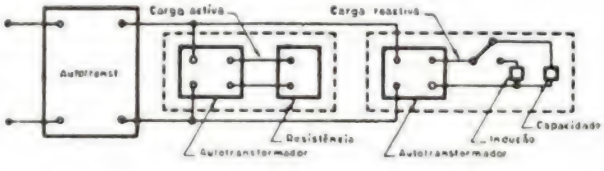


Fig. 5 — Esquema de princípio de uma «carga»

O autotransformador tem como função essencial permitir «transformar» a tensão na ligação da

unidade ao resto da rede numa tensão que se possa regular em face de variações da primeira.

Por exemplo, num dos processos de regulação mais frequentemente usados em estudos de repartição de cargas, procura-se manter constante a tensão na «saída» do autotransformador, que é a tensão aplicada à «carga activa» e à «carga reactiva».

A «carga activa» é constituída por um autotransformador e uma resistência. Variando a relação de transformação deste autotransformador varia-se a tensão aos terminais da resistência e a potência activa dissipada.

A «carga reactiva» é semelhante à carga activa, tendo em vez da resistência uma reactância e uma capacidade. Liga-se uma ou outra consoante se pretenda uma carga indutiva ou capacitiva.

A potência activa absorvida pela carga pode ser regulada de maneira contínua entre 0 e 2 e a potência reactiva entre — 0,5 e + 1.

A relação de transformação do autotransformador pode ser ajustada localmente, actuando nos respectivos comutadores, ou na bancada de medida.

Transformadores de enrolamentos separados

Os transformadores de enrolamentos separados destinam-se a diversas utilizações em «esquemas equivalentes» tendo várias relações de transformação.

Sistema de ligações

As ligações são efectuadas em painéis equipados com fichas. Há um total de 420 terminais de unidades e cerca de 240 nós de ligação.

Sistema de comando e medida

Este sistema tem essencialmente as seguintes funções:

a) — Medição com consumo muito reduzido e elevada precisão das grandezas eléctricas em qualquer ponto do analisador.

b) — Transferência para a bancada de medida por selecção na mesma grandeza em qualquer ponto do analisador (cerca de 600 hipóteses).

c) — Selecção a partir da bancada de medida do ponto da rede em que se reproduza um curto-circuito.

d) — Impressão de resultados, com selecção manual e automática dos pontos de medida.

Este sistema permite medir tensões, correntes, potências activas, potências reactivas e fases. Está equipado com sistemas de selecção automática de escalas de tensão (cinco escalas), corrente (cinco escalas) e potência activa a reactiva (treze escalas). Há também inversão automática das escalas de potência activa e de potência reactiva.

Para leitura dispõe-se de um conjunto de aparelhos tipo «ponteiro luminoso» e de um sistema «digital» que podem ser usados indistinta e simultâneamente.

Há também possibilidade de multiplicar as diversas grandezas (tensões, correntes, potências activas, potências reactivas) por factores arbitrários. É assim possível, por exemplo, obter directamente as tensões expressas em quilovolt e as correntes em ampere.

Sistemas auxiliares

O analisador da C. N. E. tem diversos sistemas auxiliares que não me detenho a descrever, limitando-me a citar os mais importantes:

a) — Sistema auxiliar de cálculo que permite, em estudo de estabilidade, obter por leitura directa a variação de velocidade dos grupos (em vez de apenas a potência fornecida, a partir da qual se tem que calcular a potência aceleradora e depois a variação de velocidade).

b) — Sistema de composição para obter directamente as grandezas trifásicas (por fase e entre fases) a partir das respectivas componentes simétricas (componentes directa, inversa e homopolar de Fortescue) ou a partir dos sistemas de componentes habitualmente designados por S D z e $\alpha \beta$ z (por vezes designadas componentes de Kimbark ou componentes de Clarke racionalizadas).

c) — Esquema luminoso com sinalização de ponto de medida e ponto de curto-circuito, que permite visualizar num es-

quema «desenhado» o decorrer de um ensaio.

3. MÉTODOS USUAIS DE ESTUDO DE PROBLEMAS TÍPICOS DE REDES ELÉCTRICAS

Passo a fazer algumas rápidas considerações sobre os métodos em geral usados para os estudos mais correntes de redes eléctricas.

Nesses estudos há, em geral, interesse em escolher uma base de potência e uma ou mais bases de tensão, que se fazem corresponder às «bases» do analisador (e uma base de «tempo» nos estudos de estabilidade). Nos estudos da Rede Nacional usam-se, conforme os casos, as bases 100, 200, 500, e 1000 MVA, e 220, 150, 63 e 31,5 kV. Os elementos da Rede Nacional têm «fichas de cadastro» com as grandezas expressas já nestas bases, pelo que não há que fazer qualquer cálculo preliminar para a respectiva «introdução» no analisador.

a) — *Estudos de repartição de cargas equilibradas*

Para estes estudos há apenas que fazer as ligações «correspondentes» às dos elementos da rede e as «regulações» correspondentes, ajustando as cargas activas e reactivas e os níveis de tensão e repartindo as cargas activas e reactivas entre os geradores. A «regulação» das cargas activas e reactivas e a repartição de cargas activas podem ser feitas automàticamente (por meio de servomotores).

b) — *Estudos de repartição de cargas desequilibradas*

Recorre-se normalmente ao sistema de componentes simétricos ou a outro similar.

c) — *Estudos de curto-circuito*

Use-se o sistema de componentes simétricos ou outro similar. As grandezas referentes às diversas componentes são depois, se necessário, totalizadas analítica ou elèctricamente.

Nos estudos «normais» da Rede Nacional usam-se as componentes simétricas e as «componentes de Clarke racionalizadas».

Como atrás se disse, o analisador da C.N.E. tem um sistema auxiliar que permite obter as grandezas «trifásicas» (por exemplo as três tensões simples e as tensões compostas) a partir dos valores das respectivas componentes simétricas ou das componentes nos sistemas similares mais comuns.

d) — *Estudo de estabilidade de paralelo*

Normalmente os estudos de estabilidade são feitos por diferenças finitas.

Como se disse, o analisador da C.N.E. tem um sistema auxiliar que permite obter por leitura directa a variação de velocidade dos grupos. Num cálculo do tipo «convencional» a necessidade de cálculo exterior resume-se a duas adições por grupo e por intervalo de cálculo.

e) — *Estudos de perdas e de consumos de potência reactiva*

Para facilitar estes estudos o analisador de redes da C.N.E. tem a possibilidado de medir directamente as «perdas» e os «consumos» de potência reactiva em qualquer linha.

Estão-se a estudar e foram aliás já concretamente aplicados a alguns casos, métodos semianalíticos de estudo de perdas «baseados» em resultados obtidos no analisador de redes.

4. NOTA FINAL

Não parece necessário recorrer ao criticismo kanteano para concluir que, sem o Analisador de Redes, faltava um elemento essencial para a concepção, cálculo e exploração da Rede Eléctrica Nacional, quer quanto à produção e transporte, quer quanto às principais redes de distribuição.

Espera-se que, com a entrada em serviço do Analisador de Redes da C.N.E., utilizável por todas as redes metropolitanas e ultramarinas, e para tal concebido, a Nação tire dele o proveito possível. Na medida em que o faça, haverá uma contribuição segura para a sua melhoria técnica e económica dentro do sector da energia eléctrica. Julgo apenas útil lembrar que, nas horas que vão correndo, como aliás no passado, o tempo e os meios não sobram para quem os desperdiça; o inexorável rodar da Terra não se preocupa com a inércia dos homens ou das coisas.

Espera-se também que o Analisador de Redes inicie um período de desenvolvimento do cálculo em geral e do cálculo analógico em particular.

RESUMO

Este artgo tem como finalidade dar uma ideia sumária das características principais do Analisador de Redes da Companhia Nacional de Electricidade, que entrou em serviço em 1963.

Na introdução refere-se o aumento de complexidades da Rede Eléctrica Nacional e a consequente impossibilidade de a estudar convenientemente sem meios adequados.

Indicam-se depois as características gerais do Analisador de Redes da C. N. E. fazendo-se uma breve descrição dos seus aspectos funcionais.

Apresentam-se algumas considerações sobre os métodos usuais de estudo de problemas típicos de redes eléctricas.

Finalmente chama-se a atenção para as vantagens resultantes para todas as redes metropolitanas e ultramarinas da utilização deste Analisador.

SUMMARY

The finality of this article is to give a short idea of principals characteristics of Companhia Nacional de Electricidade network analyser, which is in service since 1963.

In the introduction it refere the increase of the Portuguese Electric Network complexities and impossibility of a convenient study without suitable means.

Then it is shown the general characteristics of CNE network analyser, making a short description of its funtional aspects.

It presents some considerations about the usual methods of study of typical problems of electrical networks.

Finally the attention is called to the resulting advantages of the use of this analyser for all metropolitan and oversea networks.

C. D. U. 627.514 (492)

Novos métodos de construção de diques na Holanda

Entre as diversas características interessantes do dispendioso Plano Delta (800 milhões de dólares), que fechará os braços de mar na costa sudoeste da Holanda, encontram-se vários métodos novos de engenharia hidráulica em experiência.

Uma das primeiras experiências foi a utilização de longos rolos de folhas de nylon em lugar das tradicionais esteiras de junco no fundo do mar, que servem de fundação para os enormes diques, um dos quais terá oito milhas de comprimento. Foi aperfeiçoada uma maquinaria especial para depositar o nylon até 30 pés debaixo de água e o novo método alcançou bom êxito, principalmente no combate aos vermes marinhos que prèviamente atacavam a fundação dos diques.

Em outros lugares, foi inventado um novo método segundo o qual a primeira camada de pedra no fundo do mar é revestida por um asfalto especial que seca na água do mar, formando uma crosta dura.

No que se refere à construção do próprio dique, foi introduzida uma óptima inovação: imensos caixões de concreto (cada um do tamanho de um edifício de apartamentos) são levados flutuando para o local do dique, colocados em linha recta e afundados para que atinjam o fundo do mar, abrindo-se as comportas de baixo. Em seguida enchem-se os caixões com pedras e concreto até a altura desejada e constrói-se uma estrada do seu topo.

Estes novos métodos são apoiados pelo crescente uso de radar, computadores e aparelhos electrónicos destinados a acelerar os cálculos das marés, correntes e condições climatéricas.

Os engenheiros do Plano Delta, contudo, que ainda têm de enfrentar dificuldades quando começarem a construir diques através dos estuários mais largos, estão contìnuamente estudando novas ideias. A última destas é a adaptação imaginativa dos cabos aéreos tão populares nos centros alpinos de desportos de inverno para efectuar o transporte dos visitantes dos vales até o topo das motanhas. A primeira experiência feita neste sentido é a construção do dique Grevelingen, que unirá duas grandes ilhas da Zelândia. Dois terços do dique foram feitos com caixões, mas, como a milha restante de água tem uma corrente muito forte, verificou-se que a colocação de mais caixões ou a construção do restante do dique na maneira tradicional, isto é, transportando-se pedras e cascalho em barcaças para serem lançados ao mar, certamente levaria muito tempo ocasionando um considerável desperdício de material. Assim, decidiu-se adoptar a ideia dos cabos aéreos.

Uma instalação especial, que custa aproximadamente um milhão e meio de dólares, foi encomendada a especialistas franceses em cabos aéreos, cobrindo aquela distância de uma milha. Consiste em três torres principais, uma em cada lado da brecha a ser fechada e uma mais alta, de 130 pés de altura, construída numa ilha artificial no meio da corrente.

Os cabos, de quatro polegadas de espessura e pesando 93 toneladas, correm entre essas torres carregando uma fila contínua de grandes recipientes cada um com dez toneladas do material utilizado para encher os diques. As pedras serão descarregadas por homens especialmente treinados, em quantidades fixadas e em alturas de queda cuidadosamente calculadas ao longo da linha exacta do dique. Por meio de um engenhoso dispositivo de moinho horizontal, no fim da linha, os recipientes vazios, ainda correndo a 10 milhas por hora, voltam para o outro extremo onde serão novamente reenchidos.

Desta maneira, 150 000 toneladas de rochas e outros materiais menores serão lançados ao mar, com os cabos aéreos trabalhando 24 horas por dia, durante cerca de oito semanas para terminar o trabalho, independente de clima e escuridão. O método comum levaria, provàvelmente, uns dois anos, admitindo-se a possibilidade de um mínimo de tempestades.

A construção do sistema de cabos aéreos teve início em Maio e ficou pronta em Setembro. Em princípios de Novembro, quando chegou o inverno, as diversas camadas do dique começaram a ser depositadas na fenda ainda restante.

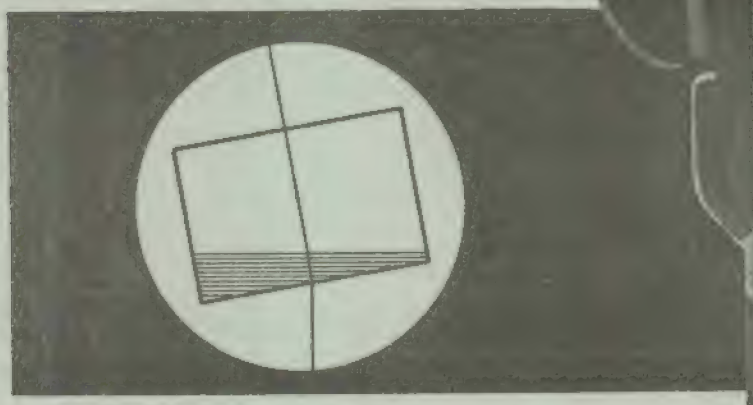
Quando o dique estiver acima do nível da água, será terminado de modo tradicional e uma rodovia será construída em seu topo, a fim de que possa servir ao seu duplo propósito: barreira para evitar a invasão do mar e ligação entre as ilhas isoladas, em meados do próximo ano.

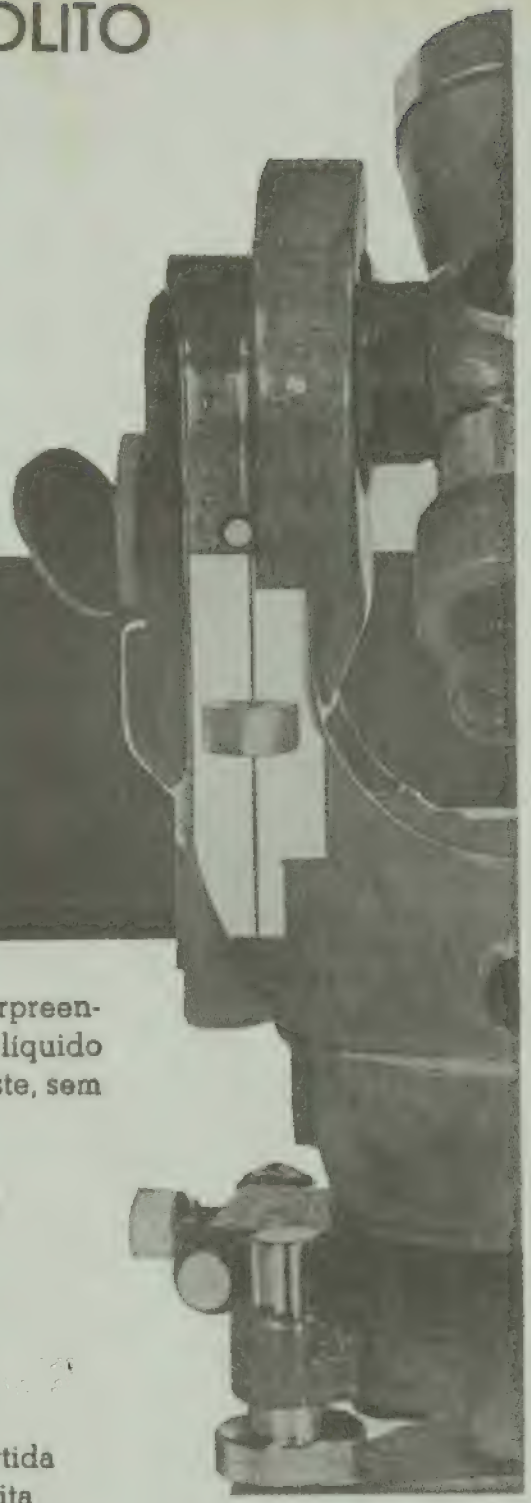
O NOVO TEODOLITO

Wild T 1-A

com calagem zenital automática

O teodolito com os aperfeiçoamentos mais modernos, permitindo medições mais fáceis, rápidas e mais exactas





Automatismo duma concepção surpreendentemente simples: Prisma com líquido sem partes mecânicas, sem desgaste, sem desarranjos, sem reparações.

Detalhes no prospecto Th 154

WILD
HEERBRUGG

Modelo T 1-A C/imagem invertida
Modelo T 1-A E C/imagem direita

Solicitem catálogo ou demonstração ao representante exclusivo:

WILD PORTUGAL, L.DA

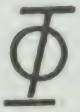
LISBOA — PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8, S/L 6 — Tel. 68 11 27

AÇO TOR

O AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO COM
MAIOR VENDA NO MUNDO

TENSÃO DE SEGURANÇA 2 400 Kg/cm²
SEM GANCHOS

Especifique
AÇO TOR
com o símbolo



SOABAL – SOCIEDADE DE AÇOS PARA BETÃO ARMADO, LDA.
RUA JOAQUIM BONIFÁCIO, 2, 1.º — TELEF. 4 05 66 — LISBOA

C. D. U. 624.072.3

SUBSÍDIOS PARA O ESTUDO DO PÓRTICO GENÉRICO DA "PISCINA MUNICIPAL DE MONSANTO"

LUÍS AROUCA
Eng.º Civil (I. S T.)

1. INTRODUÇÃO

1.1. A estrutura da Piscina Municipal de Monsanto(1) de que as plantas e cortes que se apresentam na fig. 1 dão uma nítida ideia, acusa como elemento preponderante um pórtico de grande vão (da ordem dos 20/25 m) altamente assimétrico e de secções variáveis ao longo das barras.

Tal conjunto de características, integradas ainda na finalidade funcional do pórtico — elemento base de cobertura duma zona pública — impunham sempre uma cuidadosa análise e estudo de estabilidade.

Acresce porém, que um prévio estudo técnico-económico nos seus dois aspectos de projecto e de execução, mostrou a nítida vantagem duma solução em betão armado com aços de alta resistência, tendo-se optado por um dimensionamento em aço de muito alta resistência — Tipo A 68 —.

Necessàriamente, que a aplicação dum aço de alta resistência em betão armado implica no dimensionamento duma estrutura, para além do normal problema de ruína por rotura, a consideração dos problemas de ruína por fendilhação e por deformação, com uma acuidade que, sobretudo no caso de estruturas especiais como a presente, não pode nem deve ser subestimada.

Contudo, a sua problemática, e sobretudo a sua análise prática, é por vezes imprecisamente equacionada quando não, a priori, rotulada de uma desanimadora faceta de insuperável dificuldade, de inviabilidade mesmo, que não corresponde ao sentido real do problema.

É sabido que o estudo teórico, exaustivo, da questão, se reveste duma extrema complexidade analítica. Haverá, sem dúvida, o recurso às modernas técnicas que a utilização dos computadores possibilita. Haverá, mesmo, o recurso a modelos experimentais. Mas aceita-se que em muitos casos os condicionalismos inerentes à elaboração dum projecto de estabilidade não possibilitem a utilização de tais recursos.

Julga-se porém, possível, dentro dum critério de aproximação aceitável obtido pela introdução de determinadas hipóteses simplificadoras, e sem diminuição do grau de segurança da análise em causa (e não será esta a metodologia de todo o conhecimento científico, de toda a interpretação da realidade?) abordar o problema duma forma positiva. Daí que se tenha julgado oportuna a publicação do presente artigo por claramente denotar a possibilidade da análise duma estrutura não usual, sob os critérios de fendilhação e deformação, análise cada vez mais pertinente no moderno dimensionamento em betão armado.

1.2. Julga-se relevante desdobrar o estudo de estabilidade do pórtico nas fases que corresponderam ao seu efectivo processamento.

Inicialmente, encarando apenas o prisma de segurança à ruína por rotura (na realidade foi também efectuada uma grosseira análise do problema da deformação), determinaram-se, em função das solicitações exteriores e características geométricas e elásticas do pórtico, os esforços actuantes nas habituais secções de dimensionamento, e a partir deles obtiveram-se as secções de aço necessárias para os absorver e verificaram-se as secções de betão inicialmente previstas.

Posteriormente, devido a um melhor conhecimento do terreno local e à incerteza do sistema de fundações a optar para o pórtico, pareceu conveniente verificá-lo prevendo uma outra solução estrutural que implicasse alteração do seu sistema estático. Também, e entretanto, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil definia

(1) — Projecto : — Arq.to Carlos Rebelo de Andrade. Estudo de Estabilidade : — Eng.os A. de Moraes Sarmento e M. de Sousa Callé, com a colaboração do autor no estudo dos pórticos de cobertura da Piscina.

Agradecer toda a amável colaboração prestada, é um dever que gostosamente se cumpre.

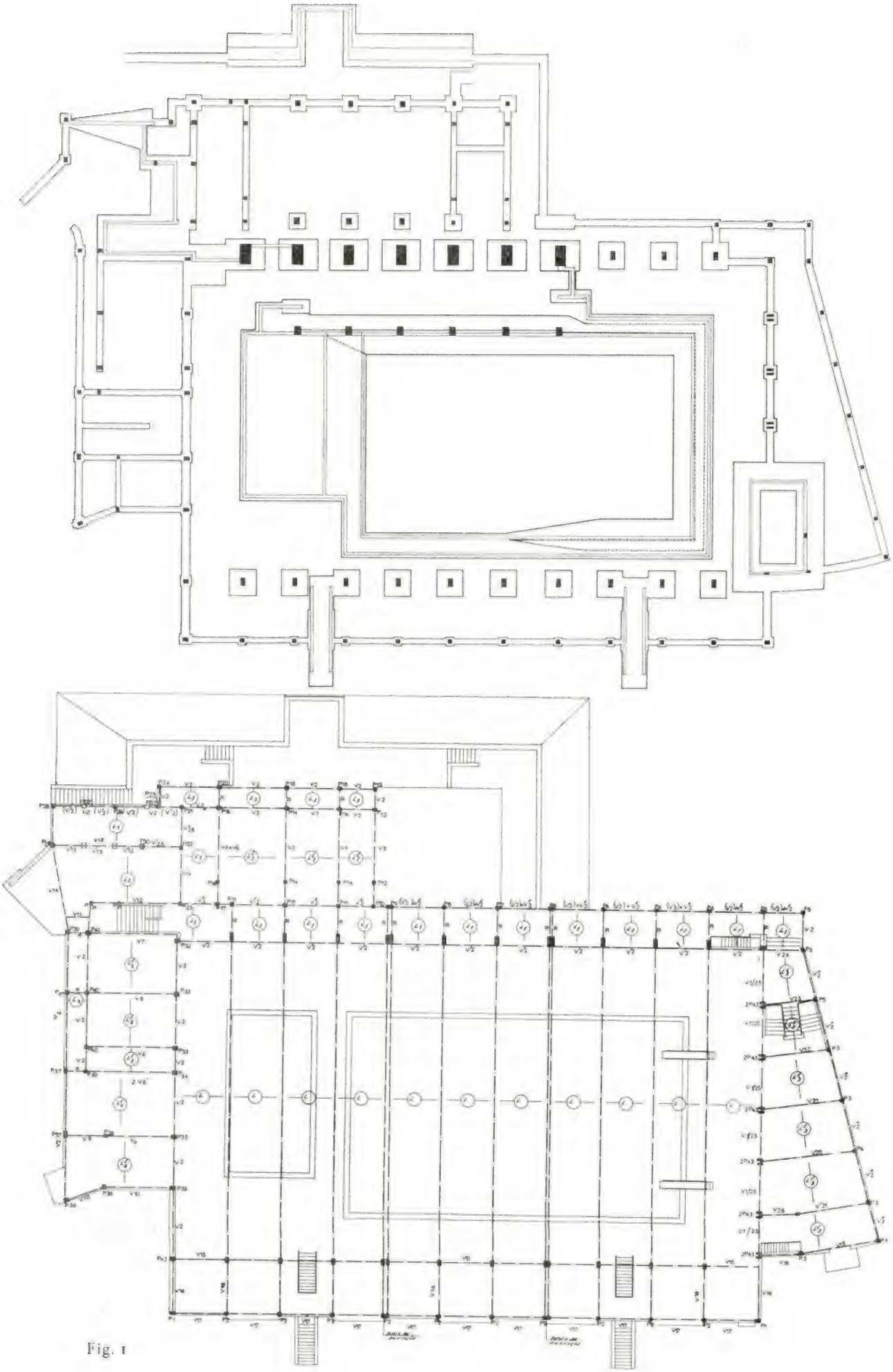
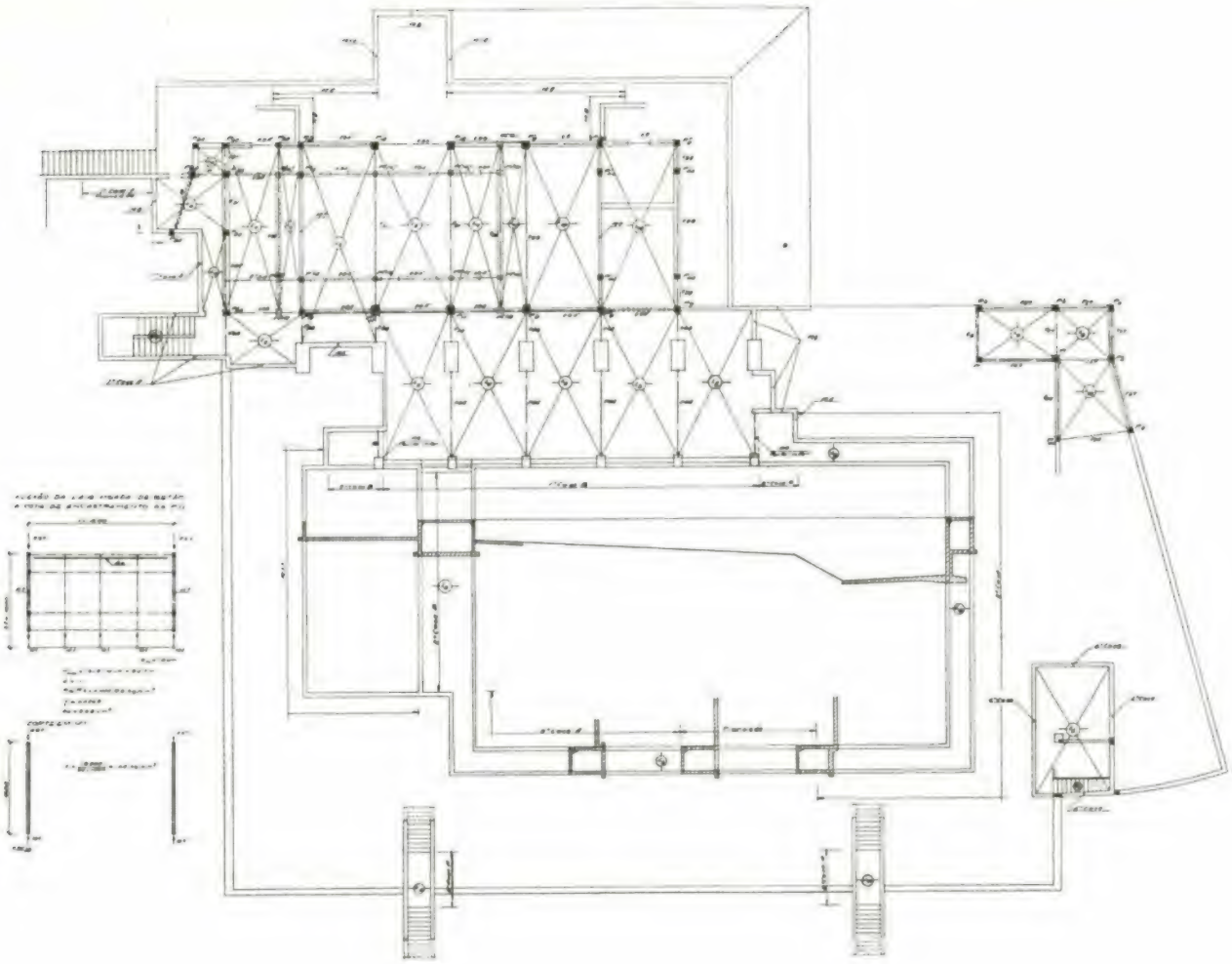
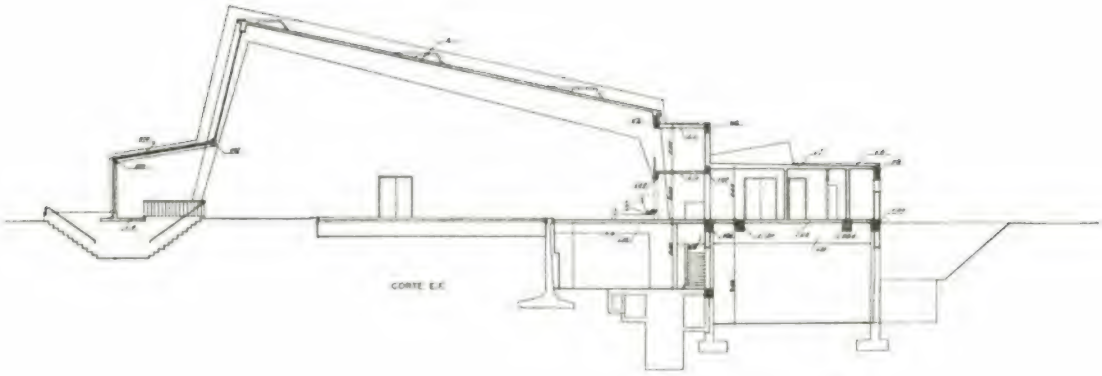


Fig. 1




CORTE E-F

CORTE G-H

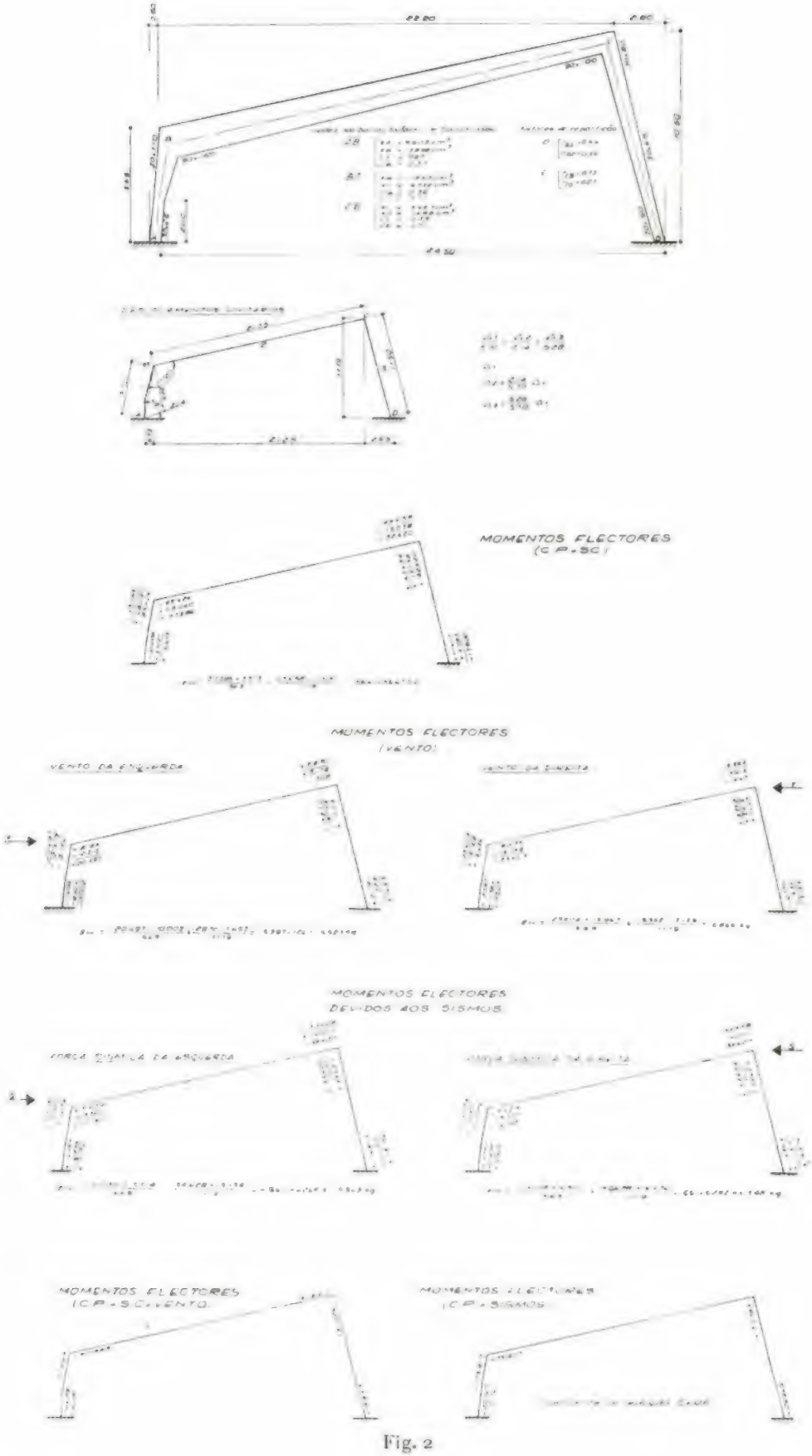

MOMENTOS FLECTORES
(C.P.+S.C.)
MOMENTOS FLECTORES
(VIENTO)
MOMENTOS FLECTORES
DEBIDOS AOS SISMOS
MOMENTOS FLECTORES
(C.P.+S.C.+VIENTO)
MOMENTOS FLECTORES
(C.P.+SISMOS)

Fig. 2

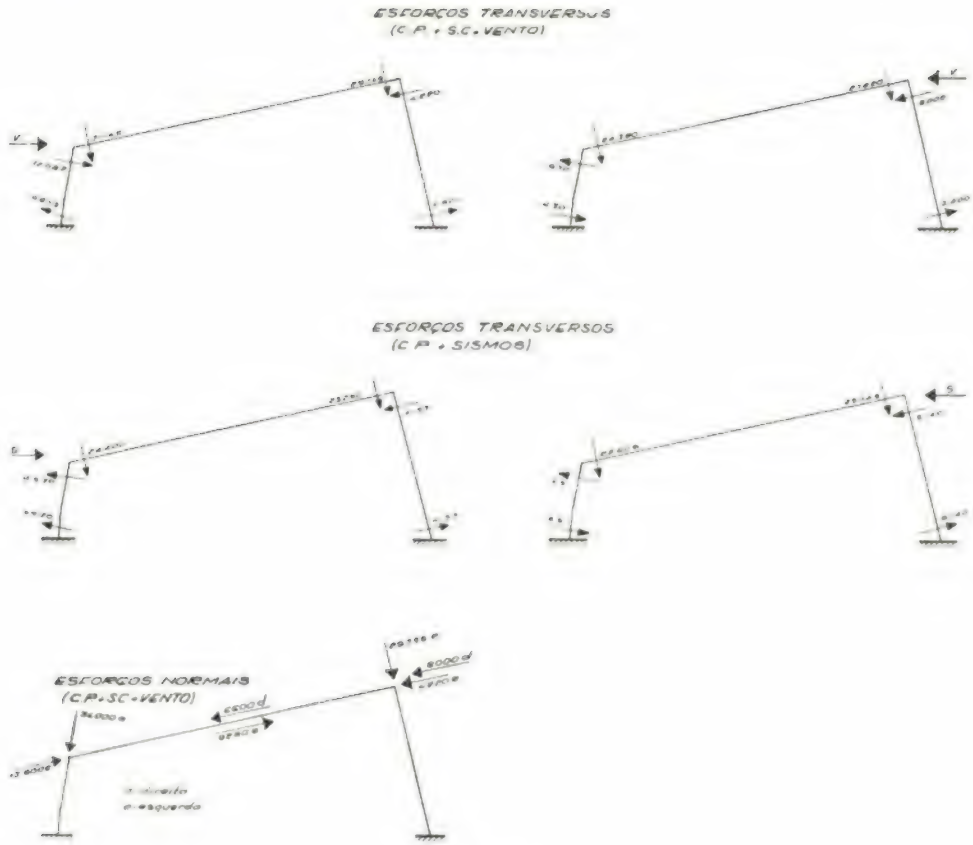


Fig. 2

novas condições de emprego do aço Bi,(1) em que, mòrmente, se possibilitava a aplicação no caso presente duma maior tensão de segurança admissível, além de se alterarem várias disposições construtivas.

Entendeu-se, pois, conveniente, recalcular o pórtico em causa, verificando o dimensionamento inicial, e não só sob o usual prisma de segurança à ruína por rotura, como, e introduzindo quando necessário hipóteses simplificadoras que no entanto se situassem sempre do lado da segurança no futuro comportamento estrutural, analisar sob um ângulo positivo e simples os problemas da fendilhação e da deformação, fundamentalmente no seu elemento onde tais problemas se revestem de maior acuidade — a travessa do pórtico — .

A fig. 3 traduz o dimensionamento adoptado cujas secções foram determinadas pela análise inicial, embora integrado já nas novas disposições construtivas actualmente em vigor (Agosto/Setembro 63).

2. ESTUDO DE ESTABILIDADE (I)

2.1. *Considerações gerais*

O elemento estrutural de maior realce na estrutura, é o pórtico assimétrico, estrutura da cobertura da zona da piscina pròpriamente dita.

O facto de haver adjacentemente à cuva da piscina zonas de casas de máquinas e galerias, e a existência de canalizações múltiplas para o tratamento de águas e condicionamentos ambientais, implicando profundidades diversas para fundar o pórtico tipo, diversifica-o nas características dos seus montantes esquerdos, e obrigaria fundamentalmente à consideração de dois tipos de pórticos PI e PII (além dos pórticos PIj e PIIj, correspondentes às juntas de dilatação estruturais, que não estão porém em causa no presente artigo).

Contudo, atendendo à similitude de dimensionamento em secções de betão, a considerar por

(1) — «Varões de aço para betão armado. Condições de Emprego do Aço Bi», L.N.E.C., Serviço de Edifícios e Pontes, Divisão de Estruturas — Lisboa, Dezembro de 1962.

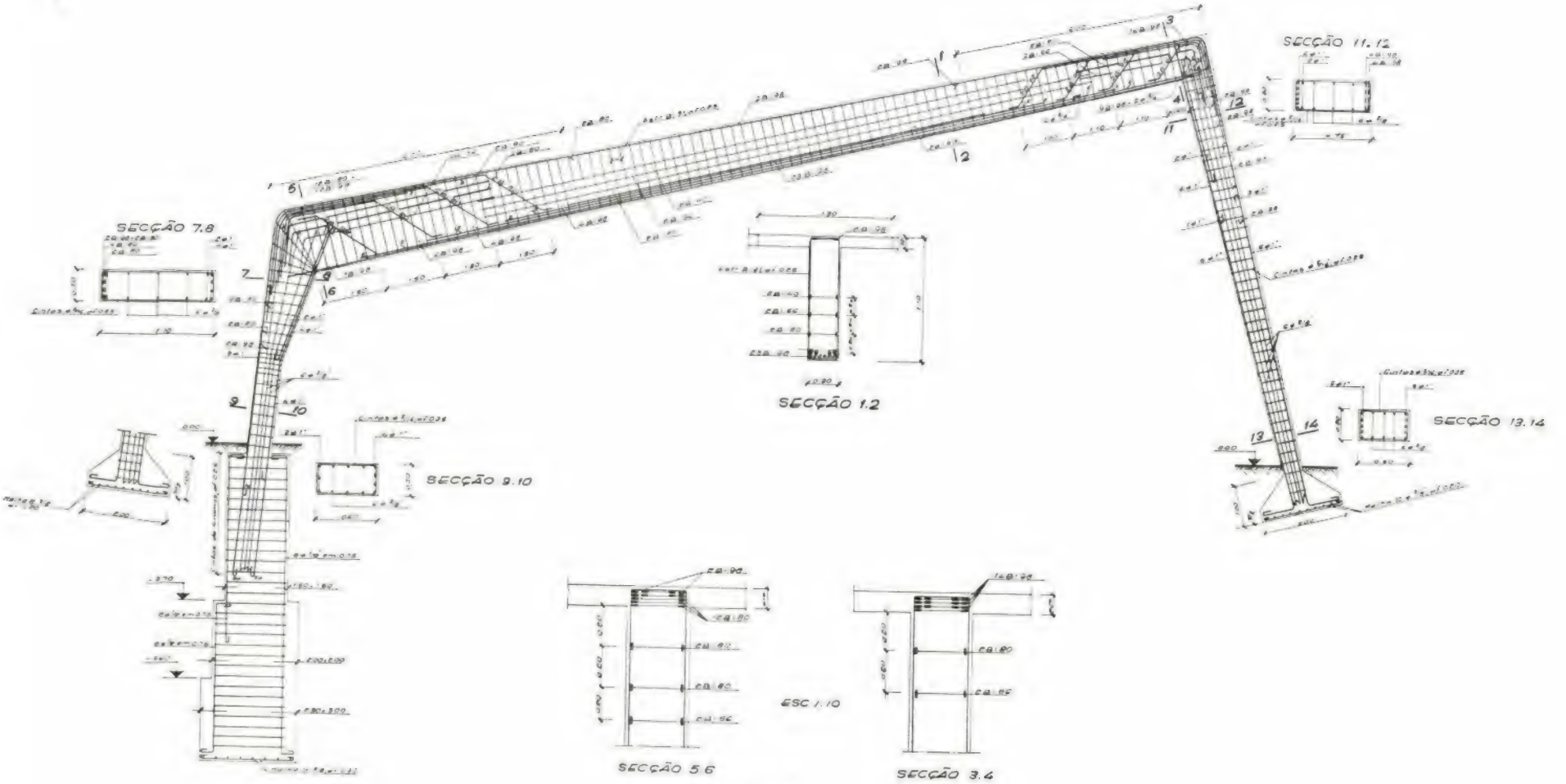

SECÇÃO 7.8
SECÇÃO 9.10
SECÇÃO 1.2
SECÇÃO 11.12
SECÇÃO 13.14
SECÇÃO 5.6
SECÇÃO 3.4
ESC 1:10

Fig. 3

razões de ordem arquitectónica, e às suas profundas analogias de solicitações e funcionamento estrutural, desde que através da existência de elementos estruturais de ligação ficasse assegurada uma rigidez tal que permitisse garantir o encastramento da secção do montante esquerdo do pórtico PII à cota da do encastramento de PI, pareceu lógico reduzir o estudo dos dois pórticos ao tipo PI.

Há que não esquecer que o funcionamento dum pórtico altera-se progressivamente com o desenrolar da sua construção, só funcionando como tal depois de pronto, o que invalida que as acções da carga permanente, particularmente as do peso próprio, possam ser determinadas com rigor a partir do cálculo da estrutura em pórtico correspondente à fase final. E nesta fase, uma vez assegurada a indeformabilidade da secção que no montante esquerdo do pórtico PII corresponde à secção de nascença do pórtico PI, o comportamento da estrutura reduz-se ao tipo único PI.

Na realidade, a rigidez do maciço de fundação e ainda o facto de à cota considerada para o encastramento ideal existir uma zona ampla de estrutura de betão (v. planta à cota do nível da cave, fig. 1) que apoia em muros de betão armado, permite assim considerá-la.

No esquema que se insere na mesma fig. 1, mostra-se que, em primeira aproximação, desde que se considere a laje de betão à cota do encastramento como uma viga deitada, com o vão de trabalho entre muros de betão paralelos ao sentido do impulso, e se calcule e dimensione tal viga, sob a acção dos impulsos com que os pórticos que a interessam a solicitam, e se verifique posteriormente as tensões de corte das suas ligações aos muros que a suportam, pode na realidade considerar-se garantido o encastramento de PII a cota idêntica ao de PI e tem portanto cabimento à hipótese feita.

2.2. *Cálculo e Dimensionamento*

O estudo do funcionamento teórico do pórtico foi feito para as solicitações habituais e apresenta-se a seguir.

2.2.1 *Características geométricas e elásticas*

A localização do pórtico PI que se considera representativo para o estudo dos pórticos da estrutura do edifício, e o seu enquadramento estrutural, encontram-se representadas na fig. 1. O sistema estático de base considerado, e as características geométricas e elásticas das barras, encontram-se representadas na fig. 2.

2.2.2 *Solicitações*

No pórtico em estudo, foram consideradas as seguintes solicitações (1) :

— Carga permanente
— Sobrecarga
— Vento
— Sismos

tendo sido determinados os esforços para as seguintes combinações :

a) Carga permanente + sobrecarga
b) Carga permanente + sobrecarga + vento
c) Carga permanente + sismos

2.2.3 *Esforços*

Os valores dos esforços para as diferentes solicitações foram determinados pelo método de CROSS.

Dada a geometria geral do pórtico, com realce no caso para a pequena inclinação dos montantes e o grande vão vencido pela travessa, admitiu-se que a carga permanente actuante nos montantes, mòrmente o seu peso próprio, produzia esforços desprezíveis em relação aos devidos à carga permanente + sobrecarga que solicitam a travessa.

Assim, só esta última carga, em que ainda se considerou a carga permanente como correspondente à carga equivalente uniformemente distribuída, foi considerada para a determinação dos momentos flectores e esforços transversos e normais que lhe são devidos.

A partir das solicitações devidas ao vento, determinaram-se os momentos flectores que lhes

(1) Contracção do betão — Temperatura.
Postas as características geométricas da estrutura estes esforços são muito reduzidos. Dado ainda o tipo de combinações consideradas para o dimensionamento do pórtico, pareceu não se justificar a sua determinação.

são devidos. Da sua análise conjunta com os momentos flectores determinados na combinação *a*) resultaram os esforços transversos e normais devidos à carga permanente + sobrecarga + vento.

A partir das solicitações devidas aos sismos, determinaram-se os momentos flectores que lhes são devidos. Da sua análise conjunta com os momentos flectores determinados na combinação *a*) resultaram os esforços transversos e normais devidos à carga permanente + sismos.

De todo o referido cálculo, que se esquematiza na fig. 2, resulta como mais desfavorável para a determinação dos esforços a considerar no dimensionamento das várias secções do pórtico a combinação carga permanente + sobrecarga + vento.

2.2.4 *Dimensionamento*

Com base nos esforços determinados, dimensionou-se a estrutura a partir do dimensionamento das suas secções características. Na fig. 3 apresenta-se o dimensionamento do pórtico, cujas secções, como dito na Introdução, foram determinadas de acordo com as tensões de segurança admissíveis e expressas nas condições de emprego do aço Bi à data da sua elaboração (Agosto/Setembro 62), mas cujas disposições construtivas, mòrmente o número de camadas de armadura função da altura da secção, a percentagem de armadura de pele e a sua disposição ao longo das peças, e outras de menor realce, traduzem já as disposições construtivas actualmente vigentes (Agosto/Setembro 63).

Uma grosseira estimativa do problema da deformação, considerando a travessa trabalhando em fase I e simplesmente apoiada, e supondo ainda que a travessa tinha uma altura uniforme igual à de meio vão, e secção rectangular, conduziu ao valor máximo obtido para a deformação de 5.1 cm.

3. ESTUDO DE ESTABILIDADE (II)

3.1 *Considerações gerais*

Como dito na Introdução, devido a um melhor conhecimento do terreno local e à incerteza do sistema de fundações a optar, pareceu conveniente estudar uma outra solução estrutural que alterasse o sistema estático inicialmente previsto para o pórtico. O apoio esquerdo do pórtico, secção A, foi considerado perfeitamente encastrado, enquanto que o apoio direito, secção D, foi suposto articulado, podendo portanto transmitir esforços transversos e normais embora não momentos flectores.

Julgou-se que o encastramento perfeito na secção D não poderia ser realizado em solos normais (e concretamente no do local em causa, constituído predominantemente por formações basálticas alteradas, com o predomínio de espessas bancadas de argilas). Pensou-se que a solicitação principal — o peso próprio da estrutura — conduziria cedo a deformações plásticas do solo, o que, por seu turno, eliminaria quaisquer momentos de encastramento nesse apoio. Esta opinião pareceu ainda de maior justificação se se considerar a esbelteza dos montantes em comparação com a forte rigidez da travessa (sistema que poderá, com segurança, ser assimilado a uma viga simplesmente apoiada).

Uma vez que se impunha recalcar o pórtico, pareceu preferível fazê-lo através dum cálculo mais exacto, o método geral de cálculo de estruturas hiperestáticas irregulares, em que se atendesse quanto possível às suas «irregularidades» geométrico-elástico estruturais, embora apenas para as solicitações que se sabia conduzirem à combinação de esforços mais desfavorável.

Note-se que o facto da travessa do pórtico ser uma viga T, cuja largura da aba não é claramente definida, pôs logo o problema de que um valor calculado segundo os critérios habituais (por exemplo, de acordo com o R.P.B.A.), conduziria a uma largura de laje interessada no funcionamento da viga menor do que na realidade. Ora, se a travessa fosse calculada com uma largura de aba demasiado estreita, os valores dos momentos nas suas secções dos nós seriam excessivos e, por outro lado, os momentos a meio vão viriam demasiado pequenos, pois a largura da aba influencia fortemente a rigidez relativa da travessa em relação à dos montantes.

Pareceu pois aconselhável determinar a largura exacta da laje interessada no funcionamento em viga T da travessa do pórtico, o que se fez de acordo com a análise de Girkmann (v. Girkmann, in «Flächentragwerke») e se confrontou com as recomendações do Comité Europeu do Betão (v. C.E.B., Commission I, Recom-

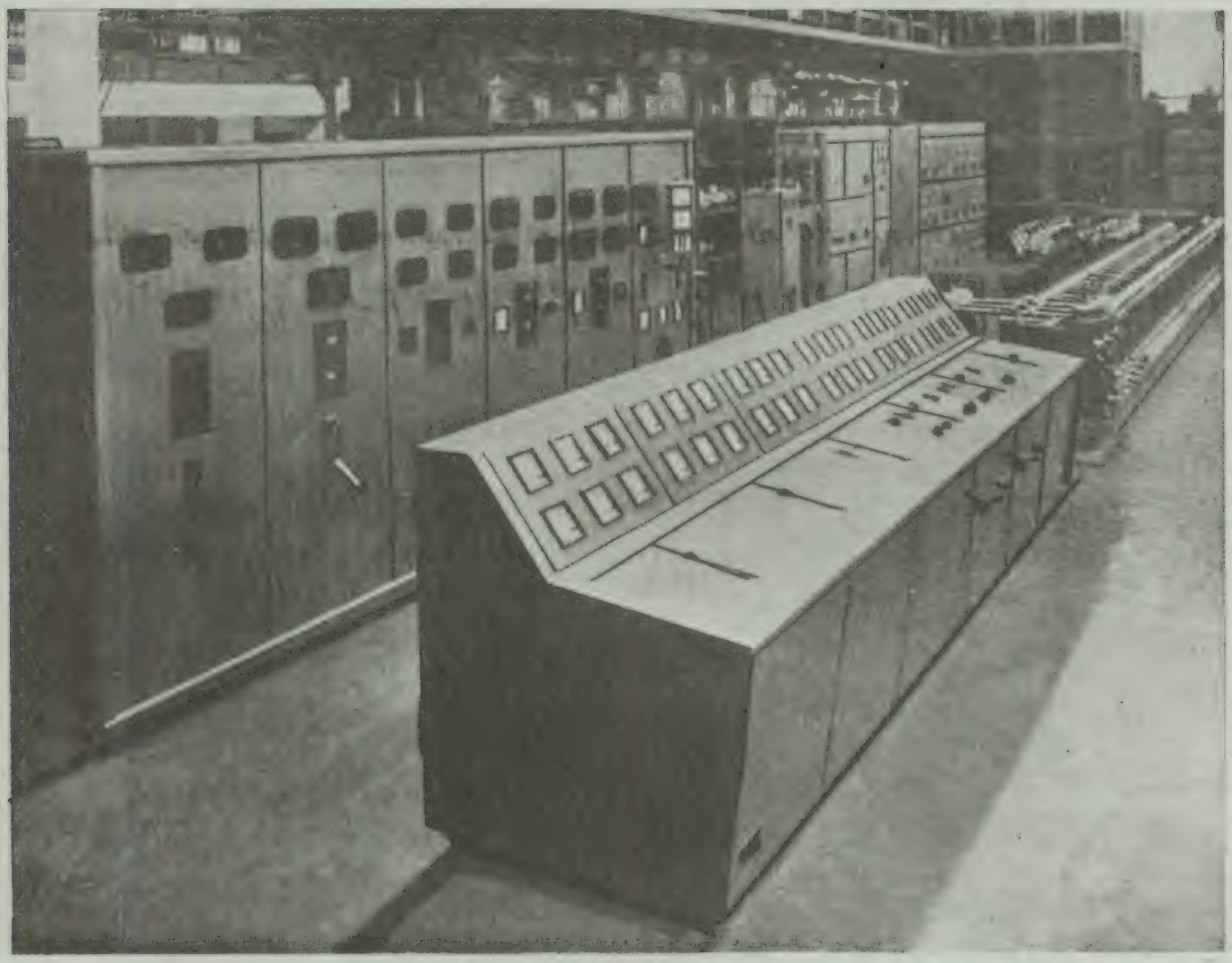
JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743

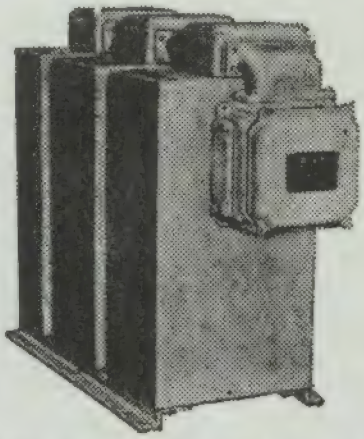


Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

CONDENSADORES ASEA

PARA MELHORAMENTO DO FACTOR DE POTÊNCIA



Batería de condensadores tipo CLB, 32 kVAr

- SE PAGA POR CONSUMO DE ENERGIA REACTIVA...
- SE A SUA INSTALAÇÃO ELÉCTRICA ESTÁ SOBRECARREGADA...

...consulte:

ASEA ELÉCTRICA L.DA

SEDE EM LISBOA
R. DE ARTILHARIA UM, 104,4.º-D.º
Telefone P.P.C. — 68 90 17/8/9

END. TELEG.
ASEAPORT

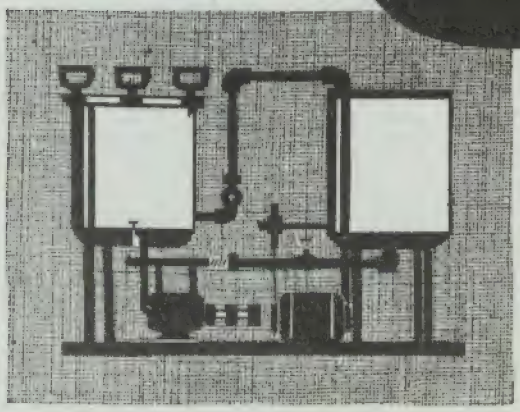
FILIAL NO PORTO
R. DO CAMPO ALEGRE, 144
Telefone P.P.C. — 6 21 06/7

filtros FILFRO, L.da

ALGUMAS DAS PRINCIPAIS APLICAÇÕES:

Água • Açúcar • Óleos vegetais, animais e minerais • Cerveja
Sabão líquido • Resinas naturais e sintéticas • Vinhos • Vinagre
Glicerina • Tintas • Vernizes
Sumos de frutos • Xaropes
Azeite • Industria química

FILTROS NACIONAIS PARA TODOS OS PROBLEMAS DE FILTRAÇÃO



Inteiramente fabricados em Portugal, por técnicos e operários portugueses, segundo a patente port. n.º 29.917

Dezenas de instalações a funcionar no país atestam a sua excelente qualidade.

RUA CAPITÃO FILIPE DE SOUSA, 128
CALDAS DA RAINHA

FILTROS FILFRO, L.da PORTUGAL

mandations pratiques à l'usage des constructeurs — Chapitre 2, Preparation des Projets — Annexes — Sessão de Mónaco).

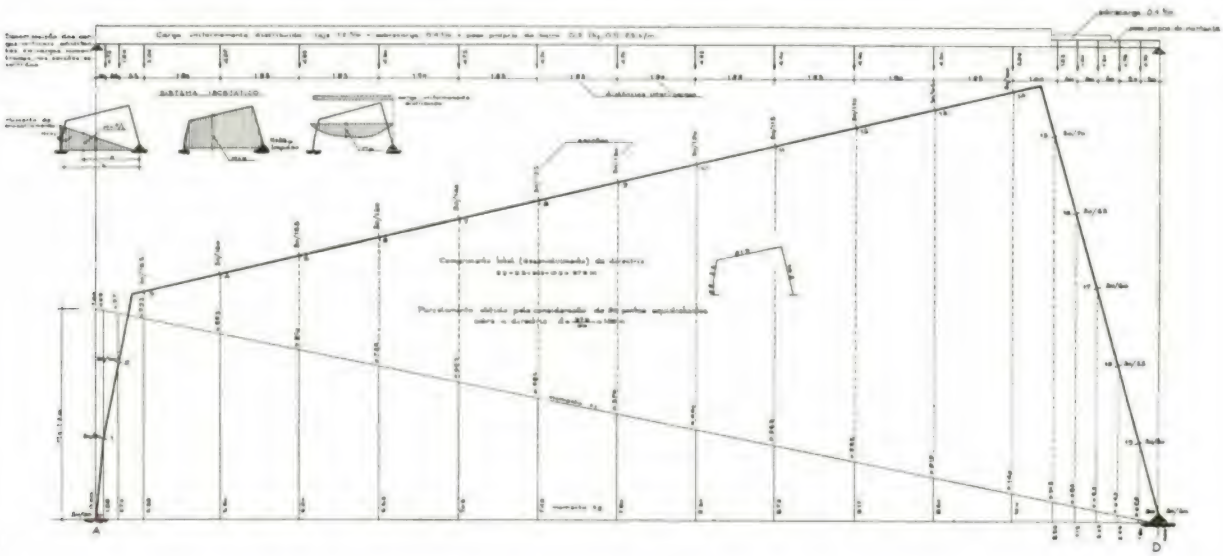
Finalmente, pareceu útil e oportuno abordar os problemas da ruína por fendilhação e por deformação (para além do primário cálculo da flecha feito a quando do estudo de estabilidade (I), e que suposera a travessa de secção constante e simplesmente apoiada).

O cálculo da fendilhação de per si não apresentava grande interesse, pois de acordo com as normas e disposições construtivas em vigor, aliada a apreciável experiência construtiva, assegura-se sob um critério de ruína por fendilhação uma distribuição de fendas e uma sua largura máxima aceitável. Apenas se determinou o momento de fissuração pela sua acção no estabelecimento da deformação da travessa do pórtico, em fase II, determinação essa que já oferecia maior interesse de análise.

3.2 *Cálculo e dimensionamento*

Nas figs. 4 a 8, procurou sintetizar-se a análise feita.

Na fig. 4 estuda-se a acção das cargas verticais (carga permanente + sobrecarga), cujo sistema solicitante se indica na parte superior da figura. Partiu-se do princípio que essas cargas actuavam concentradas nas secções indicadas representadas pelos pontos 0 a 20 e na sua determinação tomou-se em conta a variação da secção da travessa e dos montantes (rigor que, importa salientar, pouco se repercute nos valores finais dos esforços actuantes nas secções de estrutura, e que, por conseguinte, seria lícito emitir).



MOMENTOS FLECTORES ISOSTÁTICOS M_p E ESFORÇOS TRANSVERSOS T DEVIDOS ÀS CARGAS VERTICAIS P

P	x/l	P x/l	T	Δ	M_p
0,00	1,00	R_A	32,036	0,20	0,000
0,73	0,98	0,716	31,306	0,35	6,46
1,24	0,97	1,210	30,066	0,55	17,42
3,24	0,955	3,080	26,886	1,80	34,32
4,04	0,855	4,37	21,886	1,85	82,72
4,95	0,810	4,01	16,936	1,85	123,22
4,90	0,735	3,600	12,036	1,90	154,62
4,75	0,665	3,140	7,286	1,85	177,52
4,70	0,588	2,740	2,586	1,85	190,96
4,70	0,510	2,400	- 2,114	1,90	195,76
4,55	0,440	2,000	- 6,664	1,85	191,74
4,40	0,365	1,610	- 11,064	1,85	179,44
4,40	0,295	1,300	- 15,464	1,90	158,94
4,30	0,219	0,940	- 19,764	1,85	129,54
3,24	0,140	0,5	- 23,004	1,00	92,04
1,85	0,105	0,152	- 24,854	0,50	69,03
1,40	0,085	0,119	- 26,254	0,50	54,63
1,30	0,065	0,085	- 27,554	0,50	42,83
0,75	0,045	0,034	- 28,294	0,50	28,63
0,70	0,028	0,019	- 28,994	0,49	14,23
0,00	0,000	0,000	R_D		0,000

R_A=32,036 R_D=28,994

MOMENTOS DE INÉRCIA I E MODULOS DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO W=I/y

Ponto	SECÇÃO Dimensões	SECÇÃO Forma	I (dm⁴)	W (dm³)
0	80/60	▭	34	
1	30/60	"	54	
2	30/100	"	250	
3	30/165	⊔ *	3 600	
4	30/160	"	2 210	91,5
5	30/155	"	2 025	85,7
6	30/150	"	1 845	80,0
7	30/140	"	1 523	66,3
8	30/135	"	1 380	64,0
9	30/130	"	1 234	58,8
10	30/120	"	983	49,3
11	30/115	"	882	44,5
12	30/110	"	770	41,0
13	30/105	"	675	37,4
14	30/100	"	585	33,5
15	30/70	▭	87	
16	30/65	"	68	
17	30/60	"	54	
18	30/55	"	42	
19	30/50	"	31	
20	30/50	"	31	

* — A largura da laje interessada não corresponde à vulgarmente prescrita no R.F.B.A. mas foi antes determinada segundo a teoria de Girkmann para um vão l=400 m pois a adopção neste caso do critério expresso no R.F.B.A. conduziria a momentos no vão demasiado pequenos.

Fig. 4

A forma como se determinaram os pontos 0 a 20 depreende-se fàcilmente da figura. Determinou-se primeiro o comprimento total da linha mediana da estrutura que se dividiu num número certo de partes iguais, no caso 20. O número de pontos a considerar, além de par, foi escolhido suficientemente grande de forma a definir unìvocamente tanto o sistema estático como o sistema de cargas que o solicita.

Os três esquemas da parte superior esquerda da figura mostram o sistema estático de base e indicam as incógnitas hiperestáticas consideradas: — O momento flector em A (X_1) e o impulso em D (X_2).

O desenho em primeiro plano mostra o pórtico e em cada ponto (cujas correspondentes secções se assinalam) indicam-se os momentos flectores devidos às incógnitas hiperestáticas unitárias.

Na parte inferior da figura, na tabela da esquerda, apresenta-se o cálculo dos momentos flectores isostáticos e dos esforços transversos devidos às cargas verticais. A forma como este cálculo foi feito é clássica para este tipo de problemas, pois além de possibilitar a imediata obtenção em qualquer ponto dos momentos flectores e esforços transversos, permite, pelo facto dos momentos nos apoios deverem ser nulos, um muito exacto controlo do cálculo.

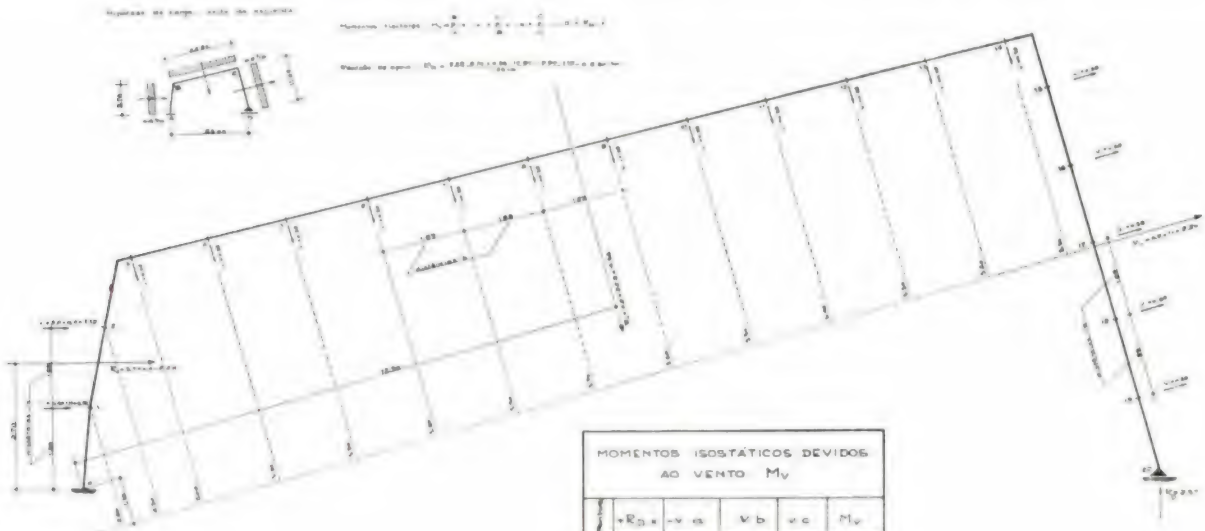
Na tabela da direita, apresentam-se os valores dos momentos de inércia *I* e dos módulos de resistência à flexão *W* para as várias secções consideradas.

Nas figs. 5a e 5b, estuda-se a acção do vento. Considerou-se o vento actuando da esquerda e da direita, segundo os esquemas das figuras, e uma vez mais suposeram-se as cargas concentradas nos pontos 0 a 20 tal com se mostra em primeiro plano.

Nas tabelas das partes inferiores das figuras indicam-se os momentos isostáticos devidos ao vento.

Na fig. 6 calcularam-se os deslocamentos devidos à acção das cargas e as incógnitas hiperestáticas, usando a fórmula de Simpson.

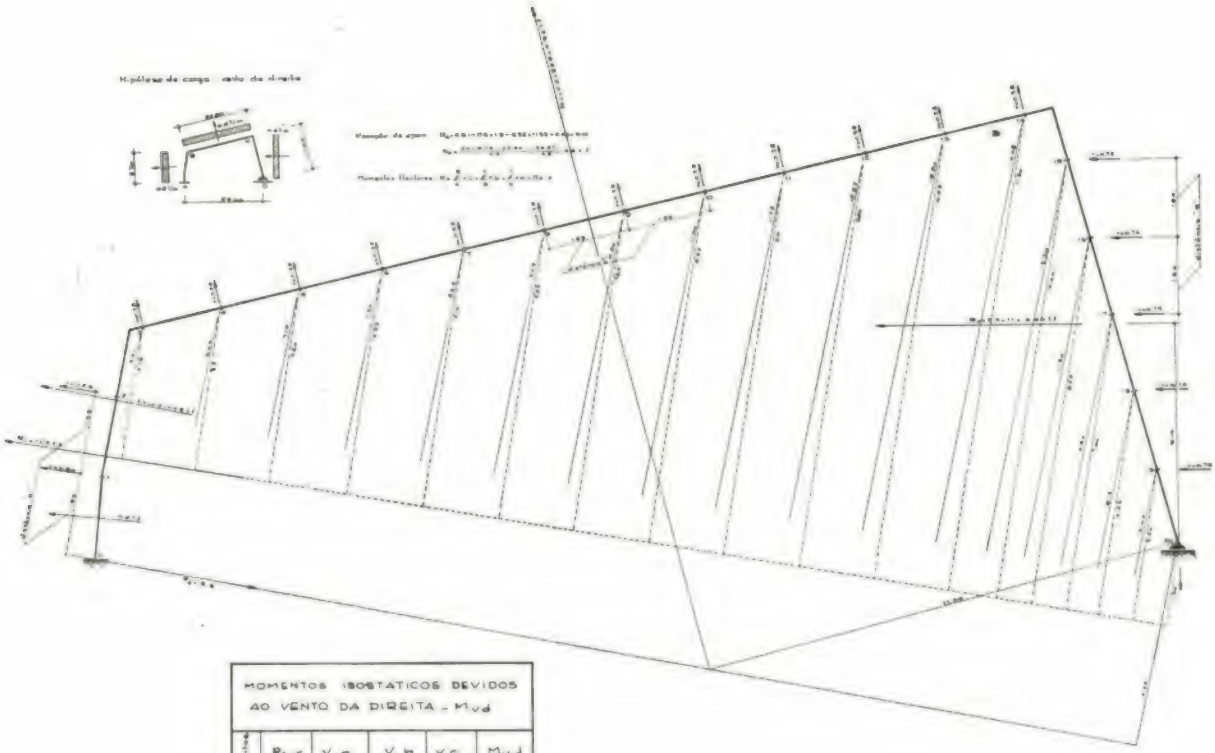
Julga-se que o quadro que se apresenta sistematiza em detalhe o processo seguido. Na mesma figura, estão desenhados (em escalas diferentes)



MOMENTOS ISOSTÁTICOS DEVIDOS AO VENTO M_V

	$+R_D x$	$-V a$	$V b$	$V c$	M_V
0	62.5	-58.00	2.40	-6.18	0.00
1	62.0	-55.25	6.20	-2.10	10.85
2	60.5	-51.60	9.90	-0.00	18.80
3	59.5	-47.50	13.20		25.20
4	58.2	-43.60	13.00		28.65
5	50.5	-32.50	13.00		31.15
6	46.0	-26.00	12.80		32.76
7	41.5	-20.10	12.50		34.11
8	34.6	-15.18	12.60		33.99
9	31.8	-10.80	12.80		33.36
10	27.6	-7.20	12.10		32.35
11	22.7	-4.32	11.90		30.35
12	18.4	-2.16	11.90		27.92
13	13.6	-0.72	11.40		23.94
14	8.75	-0.00	11.20		19.94
15	6.55	7.20			13.75
16	5.20	4.32			9.62
17	4.08	2.16			6.21
18	2.80	0.72			3.52
19	1.75	0.00			1.75
20	0.00	0.00			0.00

Fig. 5a



MOMENTOS ISOSTÁTICOS DEVIDOS AO VENTO DA DIREITA - M_{vd}

Ponto	R_A x	V. a	V. b	V. c	M_{vd}
0	0.00			+.00	0.00
1	12.30			0.00	12.30
2	25.00			-1.91	23.49
3	38.78			-3.51	32.44
4	41.60		-0.72	-4.10	36.78
5	46.80		-2.16	-4.89	39.81
6	51.40		-4.31	-5.61	41.48
7	57.00		-7.18	-6.40	43.42
8	62.40		-10.78	-7.20	44.42
9	67.30		-14.62	-8.00	44.68
10	72.50		-19.92	-8.80	44.18
11	77.40		-25.27	-9.97	42.96
12	82.80		-31.74	-10.80	40.74
13	87.80		-38.42	-11.10	37.82
14	93.00		-45.64	-11.90	34.46
15	97.00		-50.61	-12.90	29.49
16	70.00	1.40	-50.61	-9.10	17.69
17	64.90	4.20	-50.80	-7.35	10.95
18	53.90	8.40	-51.07	-5.81	5.72
19	42.20	14.00	-51.30	-3.67	1.23
20	39.00	21.00	-52.00	-2.00	0.00

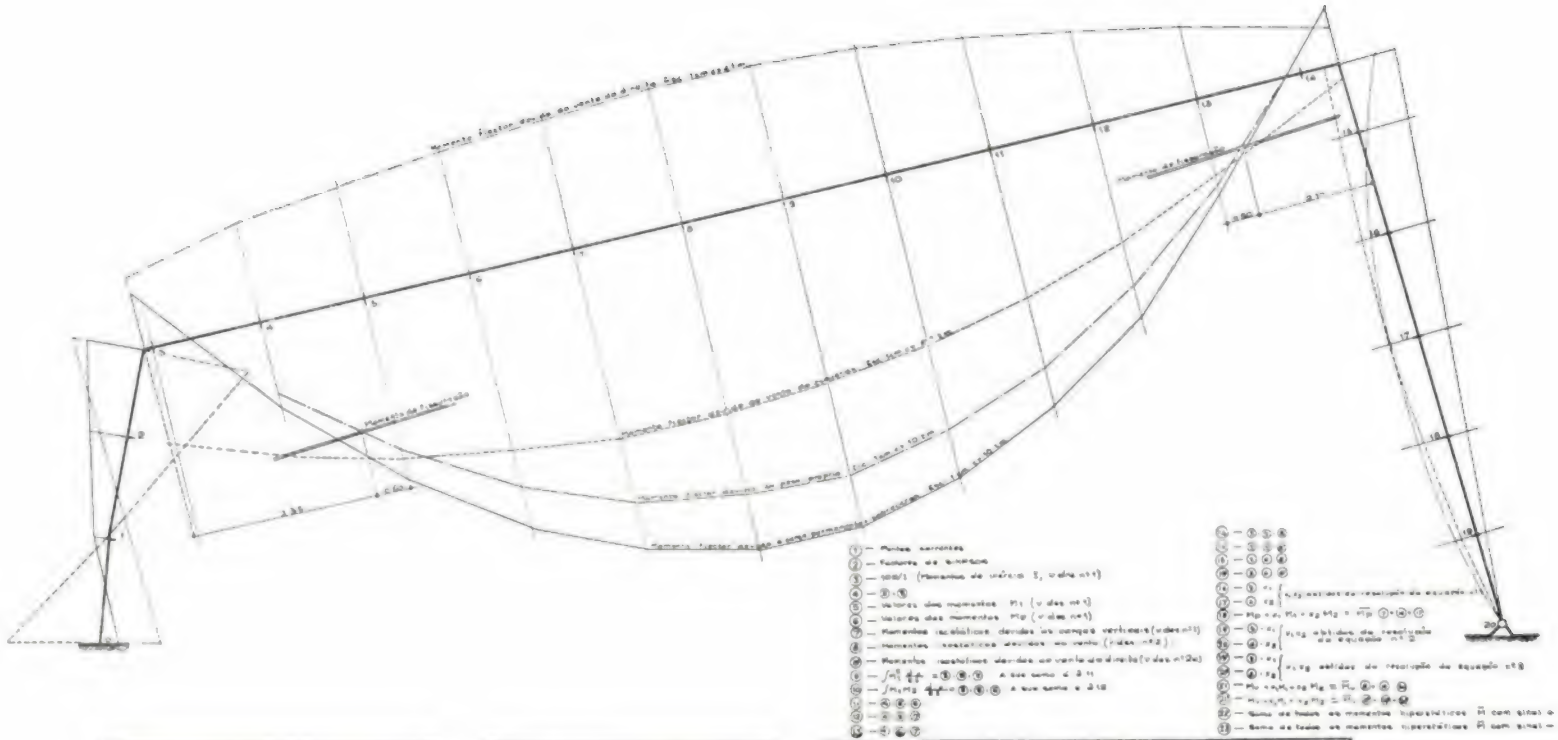
Fig. 5 b

os diagramas devidos às cargas verticais (carga permanente + sobrecarga) e à acção do vento.

Também se desenhou o diagrama dos momentos flectores devidos à carga permanente, apenas na travessa do pórtico, por em tal diagrama se basear a análise das deformações. Igualmente se apresenta, só no intervalo entre os pontos 4-6 e 12-14, o momento crítico no que respeita ao início da formação de fendas (momento de fissuração). A intercepção destes dois últimos diagramas indica a zona onde é mais provável a ocorrência da primeira fenda, ou, por outras palavras, a zona fronteira entre a zona fendilhada e não fendilhada da travessa.

Na fig. 7 determinam-se as secções de aço necessárias nas secções características de dimensionamento da travessa e comparam-se com as obtidas pelo Estudo de Estabilidade (I). Claro que pelos factos já citados (diferentes sistemas estáticos de base, diferente rigidez considerada na travessa e diferentes tensões admissíveis para o aço) a comparação das secções de aço previstas nas duas análises feitas não têm qualquer significado.

De realçar, contudo, a influência da consideração da largura de laje interessada na secção a meio vão e da sua determinação pela teoria de Girkmann, traduzida num forte aumento de momentos a meio vão e numa apreciável redução de momentos nos apoios, e que nem o facto do



VALORES ELÁSTICOS (EM CÁLCULO ELÁSTICO) DO PÓRTICO HIPERSTÁTICO

																				SISTEMA HIPERSTÁTICO MOMENTOS DEVIDOS ÀS CARGAS VERTICAIS			SISTEMA HIPERSTÁTICO MOMENTOS DEVIDOS AO VENTO DA ESQUERDA			SISTEMA HIPERSTÁTICO MOMENTOS DEVIDOS AO VENTO DA DIREITA			MOMENTOS MÁXIMOS	
		100/I	$S \frac{100}{I}$	M_1	M_2	M_p	M_{vd}	M_{vd}	d_{11}	d_{12}	d_{22}	d_{1p}	d_{2p}	d_{1v}	d_{vd}	d_{2v}	d_{2vd}	$x_1 M_1$	$x_2 M_2$	$\overline{M}_p$	$x_1 M_1$	$x_2 M_2$	$\overline{M}_{vd}$	$x_1 M_1$	$x_2 M_2$	M_{vd}		
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗	㉘	㉙
0	1	1.88	1.85	1.000	0.000	0.00	0.000	0.00	1.880	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	+ 5.84	+ 0.00	+ 5.84	− 8.23	+ 0.00	− 8.23	+ 8.0	+ 0.0	+ 8.0	+ 5.84	− 8.23	
1	4	1.86	7.40	0.99	1.880	8.42	10.85	10.94	7.480	13.780	28.80	11.70	69.2	7.44	54.20	186.5	111.00	+ 5.80	− 18.60	+ 6.88	− 8.15	− 2.99	− 0.25	+ 8.02	+ 8.08	+ 7.73			− 4.47
2	2	0.400	0.800	0.97	3.740	17.42	18.80	23.49	0.788	2.890	11.18	6.77	62.1	1.48	8.20	54.1	59.00	+ 5.67	− 36.70	− 13.67	− 1.58	− 5.93	+ 4.89	+ 1.81	− 0.50	+ 1.42			− 9.38
3	4	0.0285	0.154	0.955	5.58	34.32	25.20	33.44	0.141	0.782	4.460	3.05	28.1	3.71	4.70	26.5	32.60	+ 5.59	− 53.00	− 14.03	− 7.86	− 8.34	+ 2.77	+ 7.74	− 4.44	+ 3.30			− 24.39
4	2	0.0460	0.09	0.895	5.80	52.72	28.60	34.18	0.150	0.462	3.080	6.97	48.3	2.00	2.83	14.00	16.83	+ 5.18	− 67.20	+ 20.75	− 7.28	− 9.23	+ 12.14	+ 3.72	− 6.93	− 4.13	+ 43.84		
5	4	0.0484	0.1876	0.840	6.20	123.22	31.00	36.8	0.129	0.384	7.610	19.70	184.5	4.95	6.58	37.90	48.19	+ 4.74	− 61.30	+ 46.95	− 6.67	− 9.86	+ 14.67	+ 9.97	− 10.67	− 6.42	+ 8.58		
6	2	0.0544	0.1086	0.735	6.83	154.42	32.60	41.48	0.0685	1.328	4.780	17.80	111.5	2.41	3.62	23.00	26.60	+ 4.31	− 65.00	+ 53.63	− 6.05	− 10.56	+ 16.16	+ 5.58	− 11.80	− 13.23	+ 105.70		
7	4	0.0457	0.2428	0.63	7.05	191.52	34.20	49.43	0.116	1.283	13.00	31.00	32.80	5.87	1.60	63.60	64.40	+ 3.89	− 69.40	+ 112.10	− 5.40	− 11.72	+ 17.32	+ 5.19	− 12.00	− 5.3	+ 29.53		
8	2	0.0722	0.1450	0.585	7.48	190.36	34.08	44.42	0.150	0.634	8.03	16.20	207.8	2.69	5.11	37.40	42.50	+ 2.43	− 73.10	+ 120.60	− 4.88	− 11.90	+ 17.07	+ 4.74	− 10.00	− 3.68	+ 13.86		
9	4	0.0815	0.3260	0.510	7.90	193.76	33.80	44.48	0.0843	1.375	20.20	32.60	305.0	3.53	7.42	85.70	93.00	+ 2.09	− 77.70	+ 121.08	− 4.20	− 12.56	+ 16.60	+ 4.13	− 8.20	− 19.33	+ 131.64		
10	2	0.1015	0.202	0.440	8.20	191.74	32.40	44.18	0.0398	0.740	14.00	17.00	323.0	2.69	9.03	54.5	63.5	+ 2.57	− 81.70	+ 112.61	− 3.67	− 12.75	+ 15.42	+ 3.97	− 2.24	− 8.37	+ 129.00		
11	4	0.1160	0.462	0.365	8.73	179.44	29.10	43.56	0.0581	1.431	35.20	34.2	722.0	4.92	7.0	117.5	124.5	+ 2.14	− 86.0	+ 95.58	− 3.01	− 13.90	+ 13.44	+ 2.96	− 3.60	− 16.30	+ 91.43		
12	2	0.1600	0.260	0.295	9.17	158.54	27.84	44.16	0.0228	0.797	21.80	18.22	379.0	2.16	9.13	61.5	91.10	+ 1.73	− 90.50	+ 76.17	− 2.43	− 14.58	+ 10.97	+ 2.28	− 2.60	− 15.17	+ 8.16		
13	4	0.1485	0.594	0.219	9.60	129.54	24.28	37.02	0.0183	1.245	59.00	16.75	737.0	3.17	4.83	138.5	143.0	+ 1.29	− 94.80	+ 34.34	− 1.81	− 15.68	+ 5.85	+ 1.18	− 2.15	− 10.29	+ 41.19		
14	2	0.1710	0.342	0.140	10.00	92.04	19.75	26.46	0.067	2.478	94.10	4.42	515.0	0.96	1.68	67.5	69.20	+ 0.82	− 98.40	− 5.84	− 1.15	− 15.80	+ 2.52	+ 1.14	− 0.80	− 6.92	+ 2.93	− 3.64	
15	4	1.165	4.66	0.105	8.95	69.93	13.75	23.49	0.0519	4.270	374.0	33.80	2875.0	6.78	12.45	57.30	69.80	− 0.67	− 89.10	− 18.45	− 0.67	− 14.22	+ 1.30	+ 0.65	+ 2.00	− 0.04	+ 1.98	+ 1.09	
16	2	1.470	2.94	0.085	7.15	36.63	9.62	7.49	0.0413	1.789	1511.0	14.10	1164.0	2.39	4.42	20.70	37.60	+ 0.50	− 79.4	− 19.27	− 0.70	− 11.38	+ 2.46	+ 0.49	− 1.20	+ 2.10		+ 1.23	
17	4	1.850	7.40	0.065	5.25	42.83	6.21	−0.09	0.0612	2.670	218.0	20.60	1694.0	2.98	5.27	166.0	171.0	+ 0.35	− 52.7	− 9.49	− 0.54	− 8.52	+ 0.85	+ 0.53	− 0.33	+ 0.93		− 0.42	
18	2	2.420	4.84	0.045	3.45	28.93	3.52	5.12	0.0087	0.732	37.5	0.24	477.0	0.765	1.54	13.6	15.0	+ 0.22	− 34.0	− 6.01	− 0.37	− 5.48	+ 0.35	+ 0.31	− 0.24	+ 1.09		− 5.41	
19	4	3.200	12.8	0.022	1.80	14.23	1.75	1.28	0.0100	0.647	41.50	5.13	597.0	0.425	0.49	40.3	38.80	+ 0.10	− 17.7	− 2.31	− 0.23	− 2.88	+ 1.43	+ 0.23	− 4.42	+ 3.82		− 3.31	
20	2	3.200	6.40	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00		− 0.00	
									10.957	37.818	1094.8	302.36	10384	149.5	190.00	2048	2342.0											

RESOLUÇÃO DAS EQUAÇÕES DOS SISTEMAS HIPERSTÁTICOS

Em geral:

$x_1 \delta_{11} + x_2 \delta_{12} + \delta_{1p} = 0$

$x_1 \delta_{21} + x_2 \delta_{22} + \delta_{2p} = 0$

Para as cargas verticais — Equação nº 1

$x_1\ 10.957 + x_2\ 37.818 = 302.36$

$x_1\ 37.818 + x_2\ 1094.8 = 10.384$ $\Big\{ x_1 = 5.84 \quad x_2 = 8.04$

Para o vento da esquerda — Equação nº 2

$x_1\ 10.957 + x_2\ 37.818 = 149.5$

$x_1\ 37.818 + x_2\ 1094.8 = 2048$ $\Big\{ x_1 = 8.23 \quad x_2 = 1.50$

Para o vento da direita — Equação nº 3

$x_1 \cdot 10.957 + x_2 \cdot 37.818 = 1.892.000$

$x_1 \cdot 37.818 + x_2 \cdot 1094.800 = 224.500$ $\Big\{ x_1 = 8.10 \quad x_2 = 2.69$

Fig. 6

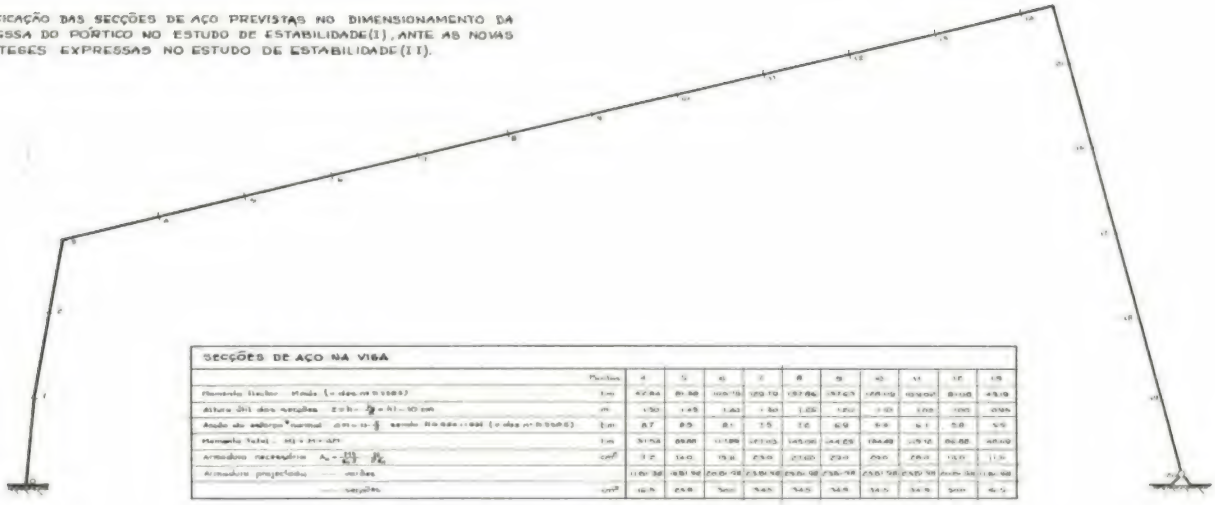


Fig. 7

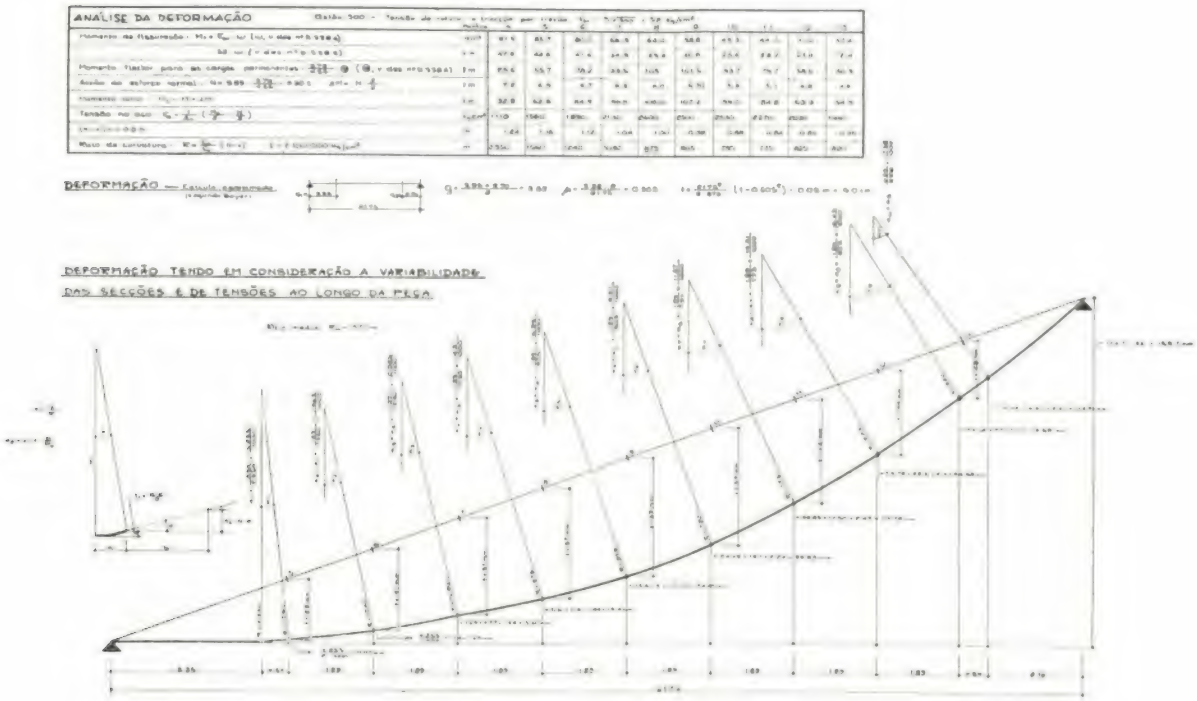


Fig. 8

apoio direito, em D, passar a ser rotulado, e consequentemente aumentar o valor do momento em C, deixa de fazer notar com acuidade.

Naturalmente que a adopção da solução estrutural ora acabada de analisar implicaria lògicamente não só o redimensionamento da travessa, como o dos montantes, e essencial seria a realização da articulação no apoio D.

Poder-se-ia, em princípio, redimensionar o pórtico sob um critério de economia de secções de aço, o que sobretudo a possibilidade de utilizar $\sigma a = 4000\ Kg\,f\,cm^{-2}$ em vez de $\sigma a = 3500\ Kg\,f\,cm^{-2}$ permitiria amplamente. Contudo a directriz que estava em causa era determinante no sentido de apenas se verificar o dimensionamento inicial, mòrmente na travessa, e não alterá-lo. Oportunamente, e uma vez assente o sistema de fundações a optar para o pórtico, e consequentemente definido o esquema estrutural a considerar, se procederiam aos necessários ajustes.

3.3 *Análise da deformação*

Na fig. 8, apresenta-se o cálculo da deformação da travessa do pórtico.

Considerou-se a travessa trabalhando em fase II, e simplesmente apoiada, o que, como atrás referido e dentro da segurança, as características geométricas e elásticas do pórtico permitem supor.

Uma primeira apreciação do problema da deformação, foi feita pela expressão aproximada de Boyer [1]

$$f = \frac{L^2}{8.R} (1 - \mu^2)$$

sendo

$$\mu = \frac{g}{L/2}$$

e em que

L = vão da viga
R = raio de curvatura da deformada
g = distância dos apoios à primeira fenda

Supôs-se ainda que a travessa tinha uma altura uniforme igual à sua altura a meio vão, e que a distribuição das fendas seria simétrica em relação à secção de meio vão.

O valor máximo obtido para a deformação foi de 6,0 cm.

Porém, achou-se pertinente calcular também a deformação duma forma mais exacta, tomando em consideração a altura variável da viga e as diferentes tensões no aço nas secções características da zona em fase II.

O quadro que sintetiza a determinação dos raios de curvatura das secções características da deformada, e o desenho que a traduz, parecem dispensar comentários. Apenas do lado esquerdo do desenho se apresenta um pequeno esquema que indica como a partir dos raios de curvatura se calcularam as flechas nas secções características.

O valor máximo obtido para a deformação foi de 5,9 cm, pràticamente idêntico ao da expressão aproximada de Boyer.

É evidente que o valor obtido para a deformação, por qualquer das técnicas utilizadas, é apenas uma ordem de grandeza, que contudo possibilita uma nítida percepção do problema, pois não se tomaram em consideração as deformações dos montantes nem o facto que as secções dos apoios da travessa estavam fixas pela acção dos montantes sobre ela. Contudo, e como referido, está-se do lado da segurança.

Note-se também que a análise feita se refere apenas às deformações devidas a cargas aplicadas durante um espaço de tempo curto, faltando portanto, essencialmente, a análise das deformações devidas a cargas aplicadas ao longo do tempo.

Tal como já dito, a influência da contracção numa estrutura como a presente é pequena e tal como não se considerou a sua acção nos esforços solicitantes, julgou-se, sob um critério paralelo, não ser necessária a consideração da sua acção sobre a deformação.

A deformação devida à fluência será uma outra faceta do problema a considerar. Note-se, contudo, que para as vigas que apresentam uma extensa zona fendilhada antes da aplicação de cargas prolongadas, vê-se segundo Boyer (v. expressão aproximada para o cálculo da flecha) que o seu valor varia com $(1 - \mu^2)$, e assim uma pequena variação de μ pouca repercussão tem na deformação. Pareceu pois lícito desprezar no caso presente a acção da fluência na deformação. Aliás, como Leonhardt [1] demonstrou, e Hajnol-Konyi [2] confirmou experimentalmente, a influência das tensões de serviço nas armaduras afecta bàsicamente a deformação instantânea sendo o seu efeito na deformação sob a permanência de cargas bastante limitado.

Sob um ponto de vista prático e em síntese, dado que as hipóteses simplificadoras adoptadas para a análise da deformação feita se situam todas do lado da segurança, julga-se que a adopção de dispositivos de cofragem que possibilitem uma contraflecha da ordem de grandeza do valor máximo obtido para a deformação instantânea, ≃ 6 cm, aliadas a uma cuidadosa execução e plena observância das normas construtivas do betão armado (o tempo de descofragem reveste-se dum aspecto de grande relevância) compensariam a deformação instantânea devida ao peso próprio e até certo ponto as deformações por retracção e fluência que lhe corresponderiam ao longo do tempo.

---

(1) — V. «Rissbildung und Verformung des Stahlbetons und ihre Verhütung, in Schweizer Archiv» — Julho 62.

ou, V. «Reflexões sobre a Fissuração e Deformação no Betão Armado», in «Técnica» — Junho 63.

(1) — V. «Anfängliche und nachträgliche Durchbiegung von Stahlbeton im Zustand II», in «Beton und Stahlbetonbau» — V. 54, Out. 59.

(2) — V. «Use of High-Strength Steel in Reinforced Concrete» in «Discussion, Proceedings, V. 55, Journal of the A.C.I. — V. 31 Dez. 59.

RESUMO

A estrutura da Piscina Municipal de Monsanto acusa como elemento preponderante um pórtico altamente assimétrico (cujo vão é da ordem dos 20/25 m), de secções variáveis. Um prévio estudo técnico-económico mostrou vantagem em tal pórtico ser dimensionado em aço de muito alta resistência tipo A 68 — Aço Bi — .

No presente artigo mostra-se como, para além do normal problema de ruína por rotura, e dentro dum critério de aproximação que se afigura aceitável, se abordaram também os problemas da ruína por fendilhação e deformação no elemento em análise.

SUMMARY

The structure of the Piscina Municipal de Monsanto, shows as a main element a strongly assymetric frame (whose span is from an order of magnitude of the 20/25 m) with variable sections. A previous study under the technical and economic views led to a design with a high-strenght reinforced steel type A 68 — Bi steel — .

In the present article is shwon how besides the usual rupture criterion design, and within the scope of an acceptable approach, the problems of cracking an deformations criteria designs were taken into account.

Conferência Internacional das Grandes Redes Eléctricas

C. I. G. R. E.

A Conferência Internacional das Grandes Redes Eléctricas muito conhecidas pelas suas iniciais CIGRÉ, realizará o seu próximo Congresso, que será o 20.°, entre 1 a 10 de Junho de 1964, em Paris, como habitualmente.

No decorrer deste Congresso, ao qual serão apresentados 131 trabalhos, continuará o estudo dos grandes problemas de que se ocupa internacionalmente a CIGRÉ, isto é, dos principais assuntos relacionados com a produção, a transformação, o transporte e a distribuição da energia eléctrica, em alta tensão.

Esses estudos ocupam-se principalmente dos problemas relativos a alternadores, a transformadores, a interruptores, a linhas aéreas, a postes e macissos de fundação, a isoladores, a cabos subterrâneos e submarinos, à concepção e o funcionamento das redes, à protecção0 e os relés, às sobretensões e ao raio, enfim à transmissão de energia eléctrica a muito altas tensões (T.H.T.) tanto em corrente alternada como em corrente contínua, assunto este de flagrante actualidade, tanto pelas instalações já realizadas no Báltico e no Canal da Mancha, como as que estão em estudo, das quais se destaca a ligação da Austrália à Nova Zelândia.

Quando do anterior Congresso, realizado em 1962, estiveram presentes 1945 engenheiros dos cinco continentes, vindos de 50 países. É fora de dúvida que o Congresso deste ano apresentará o mesmo apaixonante interesse que os anteriores, prosseguindo-se na revisão periódica, que se realisa, de dois em dois anos, dos mais importantes problemas da Electrotecnia.

Para todas as informações e para as inscrições no Congresso, dirigir-se à Comissão Nacional Portuguesa da CIGRÉ — Avenida Sidónio Pais, 24-1.° — Lisboa (1).

Tratamento matemático dos movimentos vibratórios de características lineares

Técnica 331 — Out. 1963

ERRATA

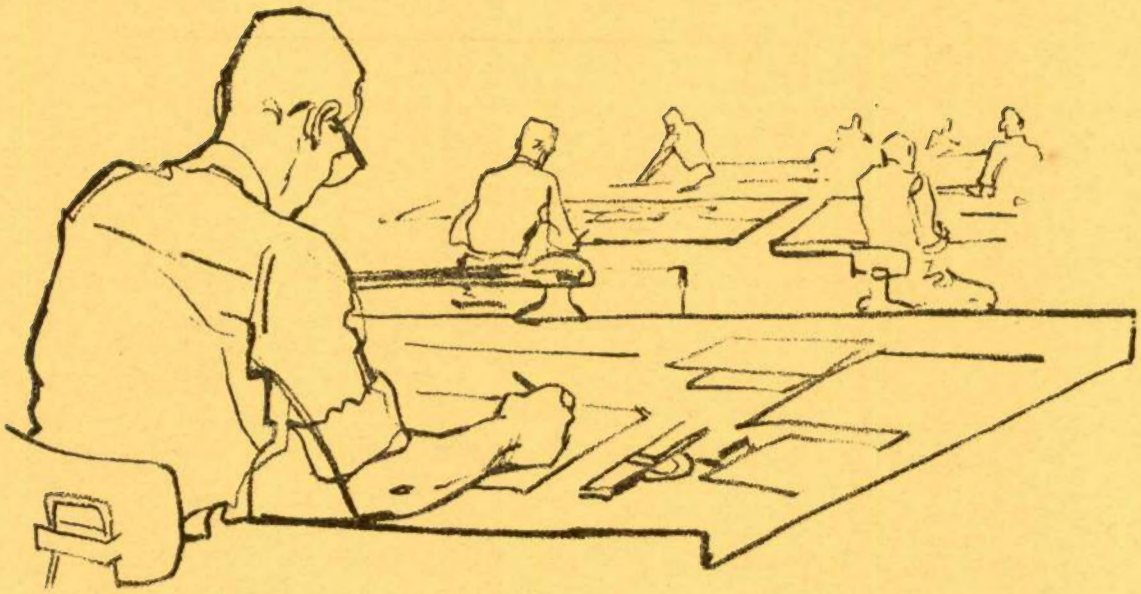
Embora tal não apresente consequências, a expressão (8) por lapso saíu errada. Na realidade, será:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \lambda_1 & \lambda_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_{11} & 0 \\ 0 & t_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -\delta + i\omega & -\delta - i\omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_{11} & 0 \\ 0 & t_{12} \end{bmatrix} \tag{8}$$

e portanto a matriz inversa será

$$T^{-1} = \begin{bmatrix} t_{11} & 0 \\ 0 & t_{12} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -\delta + i\omega & -\delta - i\omega \end{bmatrix}^{-1} = \frac{i}{2\,\omega t_{11}\, t_{12}} \begin{bmatrix} t_{12} & 0 \\ 0 & t_{11} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\delta - i\omega & -1 \\ \delta - i\omega & 1 \end{bmatrix} \tag{8'}$$

Sendo $\begin{bmatrix} t_{11} & 0 \\ 0 & t_{12} \end{bmatrix}$ e $\frac{1}{t_{11}\, t_{12}} \begin{bmatrix} t_{12} & 0 \\ 0 & t_{11} \end{bmatrix}$ inversos e diagonais, não perturbam os resultados interessados (11 e 23).



CATERPILLAR* + S.T.E.T.

O BINÓMIO MAIS VANTAJOSO PARA QUALQUER PROBLEMA DE

MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS

CATERPILLAR* O fabricante mais especializado, em todo o mundo, de tractores de rasto e de rodas, pás mecânicas de rasto e rodas (traxcavators*), motoniveladoras, moto-scrapers, escarificadores, "bulldozers", motores industriais e marítimos, grupos electrogéneos.

S.T.E.T. **SOCIEDADE TECNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S.A.R.L.**

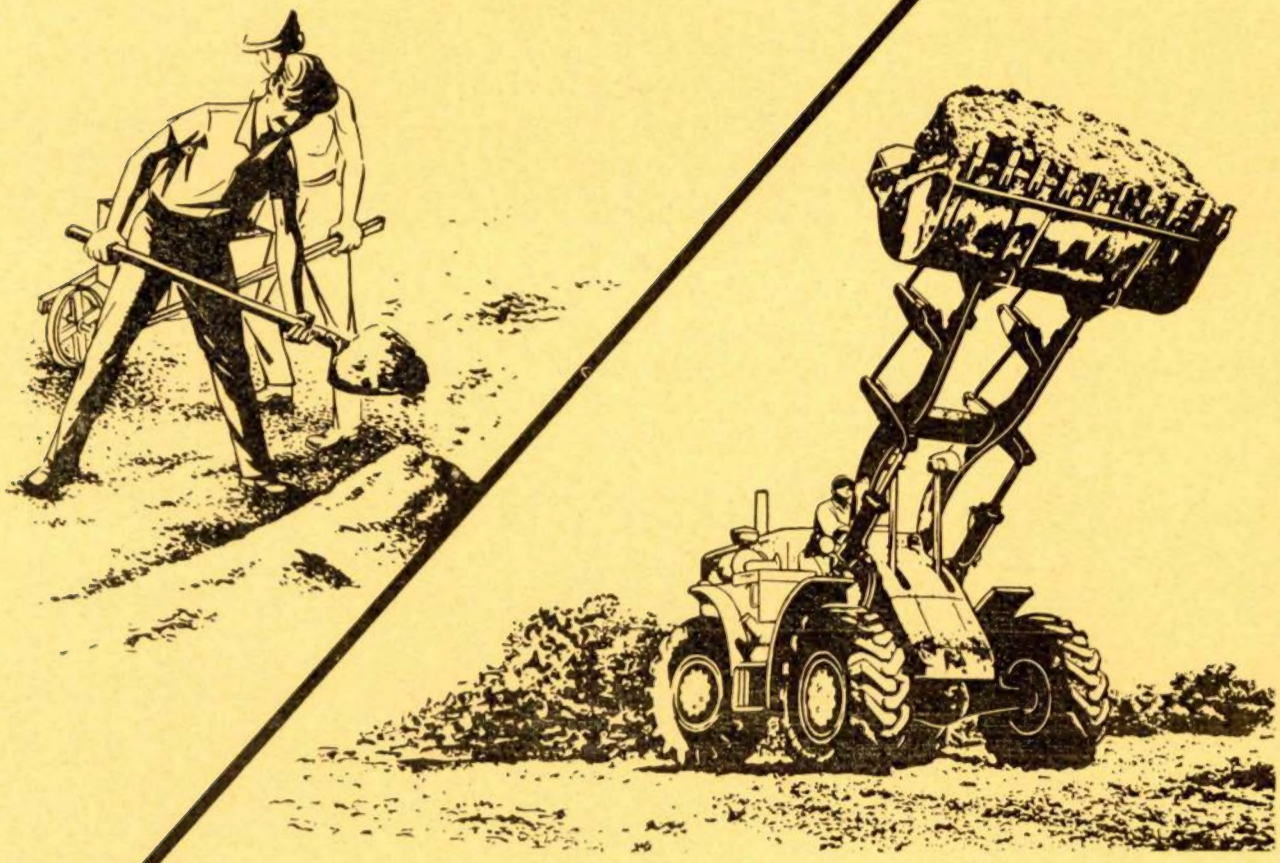
DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO EM PORTUGAL CONTINENTAL, ILHAS ADJACENTES, CABO VERDE E GUINÉ

ASSISTÊNCIA – REPARAÇÕES – PEÇAS GENUÍNAS

PRIOR VELHO — SACAVÉM
TELEF.: 251 0001/4 — TELEG.: «STETRA» — APARTADO 1351
LISBOA

*«CATERPILLAR» E «TRAXCAVATOR» SÃO MARCAS REGISTADAS DE CATERPILLAR TRACTOR CO. – PEORIA, ILLINOIS – E. U. A.

DA PÁ
CLÁSSICA
E DO CARRINHO
DE MÃO...



...À
PÁ MECÂNICA
(TRAXCAVATOR*)
CATERPILLAR*

TODO UM CAMINHO PERCORRIDO NA PROCURA DA MELHOR REALIZAÇÃO DO TRABALHO — DA MANEIRA MAIS EFICIENTE, MAIS ECONÓMICA E MAIS LUCRATIVA — PARA UMA MELHOR SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES HUMANAS.

ACTUALMENTE. EM QUALQUER TRABALHO DE

cerâmicas, minas e pedreiras,

A PALAVRA DA ORDEM É

CATERPILLAR*

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO:

S.T.E.T.

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S.A.R.L.
PRIOR VELHO — SACAVÉM
TELEF. 251 0001/4 — TELEG. «STETRA» — APARTADO 1351 — LISBOA

* «CATERPILLAR» E «TRAXCAVATOR» SÃO MARCAS REGISTADAS DE CATERPILLAR TRACTOR CO. — PEORIA, ILLINOIS — E. U. A.

C. D. U 621.775

EQUILÍBRIO DE ROTORES

Equilibragem Dinâmica

Pelo Eng.º Mec. (I.S.T.) ANTÓNIO PACHECO LUIZ GOMES
Antigo Chefe da Secção Mecânica do Estaleiro Naval da C. U. F.

Em 1958, realizou-se em Lisboa o II Congresso Nacional da Marinha Mercante. Pareceu ao autor do trabalho, que agora se publica, ser quase um dever pôr em comum *com os seus colegas aquilo que na sua actividade profissional considerou representar qualquer coisa de novo entre nós e de útil, no sector limitado da sua experiência oficinal.*

Nasceu, assim, essa comunicação. Apresenta-se sem alteração, nem acrescento.

Houve a preocupação de mostrar — o que, nessa altura, era pouo conhecido — a possibilidade de realizar em Portugal trabalhos de equilibragem dinâmica (designação usada em terminologia oficinal) e de aproveitar a oportunidade para esclarecer, de forma acessível, a operação, a razão de a fazer e os casos em que se justifica a sua execução.

O principal interesse do trabalho é ser a síntese de um esforço de grupo, característico de toda a actividade técnica.

Na sua elaboração, interveio o autor, com a sua ânsia de pôr em comum um resultado; e os seus chefes e companheiros de trabalho, de então e de hoje, que, por uma crítica exigente, o ajudaram a corrigir o que, nele, havia de menos correcto, que tão fácil tornaram aceitar a crítica de amigos e tão bem animaram o autor a sujeitar-se à apreciação de todos.

Mas o trabalho — importa dizê-lo, muito especialmente numa revista organizada por estudantes — é sobretudo uma manifestação de alegria, a alegria de ver concretizado e em funcionamento um serviço de que se foi encarregado. Se teve essa alegria e muitas outras da mesma ordem, o autor deve-o ao meio em que trabalha e, portanto, àqueles que, com firmeza e amor, o criaram. Para eles vai, neste momento — ultrapassadas, largamente, as 1500 equilibragens —, um pensamento cheio de respeito e afeição.

1. EQUILÍBRIO DE ROTORES

1. Um corpo material com movimento de rotação é um rotor.

Vamos considerar rotores apenas com movimento de rotação.

2. Se a velocidade angular ω da rotação for constante, as únicas forças de inércia, que solicitam o rotor, são perpendiculares ao eixo de rotação.

Num referencial, ligado ao eixo de rotação, o sistema destas forças de inércia admite uma resultante F e um momento resultante $\mathfrak{M}$. Em relação a estas duas solicitações, podem verificar-se, por uma infinidade de modos, para cada um deles, os seguintes pares de valores simultâneos:

$$1.^{\circ}\text{ caso} \begin{cases} F = 0 \\ \mathfrak{M} = 0 \end{cases} \qquad 2.^{\circ}\text{ caso} \begin{cases} F \neq 0 \\ \mathfrak{M} = 0 \end{cases}$$

$$3.^{\circ}\text{ caso} \begin{cases} F = 0 \\ \mathfrak{M} \neq 0 \end{cases} \qquad 4.^{\circ}\text{ caso} \begin{cases} F \neq 0 \\ \mathfrak{M} \neq 0 \end{cases}$$

Nos 2.º, 3.º ou 4.º casos (que é lógico supor que sejam os mais frequentes), o equilíbrio do rotor, ao contrário do que sucede no 1.º caso, só se obtém à custa de forças de ligação. Na prática, são criadas pelos apoios.

É, por isso, de prever que, num rotor de velocidade angular ω constante, acabado de construir ou de reparar, só acidentalmente se realizem as condições necessárias ($F = 0$; $\mathfrak{M} = 0$), para que, sem forças de ligação, o rotor esteja em equilíbrio.

3. Reconhecemos, assim, que, *em geral, os apoios têm de criar as condições necessárias ao equilíbrio do rotor.*

Por outro lado, *as forças de ligação variam periò-*